

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
 Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Виброзащита технологического оборудования при кинематическом возбуждении УДК 658.274-752:531.1-042.3

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л5Б	Тараканов Михаил Сергеевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гаврилин А.Н.	К.Т.Н.		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Скаковская Н.В.	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоев Е. В.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ООП 15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	К.Т.Н.		

Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник способен)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Общекультурные компетенции</i>		
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.	Требования ФГОС (ОК-1; ОК-9; ОК-10), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.	Требования ФГОС (ОК-7; ОК-11; ОК-12; ОК-13), Критерий 5 АИОР (пп. 1.1, 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Общепрофессиональные компетенции</i>		
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.	Требования ФГОС (ОК-6; ОК-8), Критерий 5 АИОР (пп. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-4; ПК-9; ПК-10), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных	Требования ФГОС (ОК-2; ОК-3; ОК-5; ПК-5), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями

	производствах.	международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях.	Требования ФГОС (ОК-14; ОК-15; ОК-16), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P7	Умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.	Требования ФГОС (ПК-7; ОК-10), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P8	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций	Требования ФГОС (ПК-1; ПК-3; ПК-26), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.	Требования ФГОС (ПК-2; ПК-4; ПК-16), Критерий 5 АИОР (пп. 1.6, 2.3.), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P10	Умение проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.	Требования ФГОС (ПК-18), Критерий 5 АИОР (пп. 2.4, 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать	Требования ФГОС (ПК-6; ПК-12; ПК-14; ПК-15; ПК-24), Критерий 5 АИОР

	работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства.	(2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P12	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования.	Требования ФГОС (ПК-21; ПК-22; ПК-23), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P13	Готовность составлять техническую документацию (графики работ, инструкции, сметы, планы, заявки на материалы и оборудование), выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.	Требования ФГОС (ПК-11; ПК-13), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P15	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве.	Требования ФГОС (ПК-8), Критерий 5 АИОР (2.6), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение»
Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата) Ефременков Е.А.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Л5Б	Тараканову Михаилу Сергеевичу

Тема работы:

Виброзащита технологического оборудования при кинематическом возбуждении	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	06.05.2019 №3480/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p><i>Стенд для исследования ударно-вибрационных нагрузок при кинематическом возбуждении</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Стенд должен иметь частоту возбуждения от 0 до 130Гц 2. Амплитуда усилия 0-100Н 3. Циклический ударно-вибрационный режим работы 4. Безопасность эксплуатации стенда в процессе исследования
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Информационный-аналитический обзор. • Разработка принципиальной гидравлической схемы стенда. • Разработка стенда • Натурный физический эксперимент. • Проектирование конструкции для снижению вибрации. • Разработка алгоритма расчета. <p>Подготовка графического материала и пояснительной записки..</p>
---	---

<p>Перечень графического материала</p> <p>(с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>Чертеж стенда общего вида: формата A1</p> <p>Гидравлическая схема: формата A4</p>
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
(с указанием разделов)	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Белоенко Елена Владимировна, доцент, Отделение общетехнических дисциплин
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Скаковская Наталия Вячеславовна, доцент, Отделение социально-гуманитарных наук

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01.02.2019
--	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Гаврилин А.Н.	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л5Б	Тараканов Михаил Сергеевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 95 страниц, 23 рисунка, 21 таблицу, 6 источников и 2 приложения.

Объектом исследования является динамические процессы, возникающие при виброгашении. Предметом исследования – параметры колебаний, возникающих при работе оборудования.

Ключевые слова: виброзащита, виброизолятор, вибрация, демпфер.

Целью работы является разработка алгоритма для оптимизации параметров устройства виброзащиты при кинематическом возбуждении..

В процессе исследования были рассмотрены существующие устройства и способы защиты от вибраций технологического оборудования. На основании анализа была предложена конструкция для защиты технологического оборудования от вибрационных нагрузок на базе рукавов высокого давления.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	10
Актуальность:	10
Информационно-аналитический обзор.....	11
Анализ существующего оборудования для виброизоляции.....	14
Пневмовиброизолятор	14
Резиновый виброизолятор.....	16
Пружинный виброизолятор	18
1. РАСЧЕТНО – КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	19
Проектирование схемы:.....	19
Расчетная модель.....	21
Последовательность расчета:.....	27
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	32
Анализ технологичности детали	32
Техническое задание	34
Составление технологического маршрута	35
Определение допусков на технологические диаметральные размеры.....	41
Определение минимальных припусков на обработку поверхностей вращения	41
Расчет диаметральных технологических размеров	43
Определение допусков на технологические осевые размеры	49
Определение минимальных припусков на обработку плоскости	50
Расчет продольных технологических размеров.....	50
Выводы по разделу.....	55
3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ	57
Разработка концепции проекта.....	58
Оценка конкурентоспособности.....	61
Планирование проекта.....	63
Расчет затрат на проект	65
Основная заработная плата исполнителей проекта.....	67
Вывод по разделу	71

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	72
Введение:.....	75
Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	75
Производственная безопасность.....	76
Анализ выявленных вредных факторов производственной среды.....	77
Защита окружающей среды.....	81
Выводы по разделу:	83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ:	84
ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	85
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	87
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	88

ВВЕДЕНИЕ.

Актуальность:

В наше время в машиностроении большое внимание уделяется виброустойчивости. Возникающая в технологическом оборудовании, при его работе вибрация затрудняет получение заданных характеристик поверхности детали, в плане точности и приводит к волнистости, повышению наклёпа поверхностных слоёв, уменьшает срок службы технологического оборудования. При возникновении значительных вибраций работу, как правило, приходится прекращать.

Вопросы связанные с вибрацией и борьбой с нею имеют большое значение для различных видов машиностроения (тяжёлое, транспортное, энергетическое), приборостроении, авиастроении и других областях технического производства. По этой причине разработка средств и способов виброзащиты является одной из важнейших научно-технических проблем в различных сферах производства.

При организации производства с высокой степенью точности производимых изделий, а также при эксплуатации высокоточного оборудования возникает проблема виброзащиты, которая решается применением виброзащитных систем. Однако такие системы, используемые в технике, не всегда обеспечивают необходимую защиту машин, приборов и оборудования, а также человека-оператора от внешних механических воздействий.

Информационно-аналитический обзор

С точки зрения большинства людей колебания и вибрация представляют собой явления, суть которых очевидна. Колебаниям подвержены почти все окружающие нас объекты: при толчках колеблется жидкость в сосуде, колеблется судно, опускаясь и поднимаясь на волнах, колеблется и электрическое напряжения в сети, под работающей машиной вибрирует фундамент. Поэтому возникает необходимость дать по возможности четкое, определение понятиям «колебания» и «вибрация».

Колебания – это процесс, характеризующий некоторое изменение состояния, т.е. изменение во времени величин, определяющих это состояние. Процесс колебаний состоит в том, что некая величина, обычно скалярная, связанная с рассматриваемым объектом, во времени поочередно то возрастает, то убывает.

Поскольку в данной работе мы рассматриваем колебание определённой природы – механические, следует дать определение этому термину:

Механические колебания – процесс изменения какой-либо механической величины (числа), определяющей положение материального тела или его точки, при котором эта величина или величина, характеризующая скорость её изменения, поочередно то возрастает, то убывает с течением времени

В машинах, различных механизмах и агрегатах существуют источники возбуждения колебаний. Это технологические установки или их двигатели. Они являются источником нежелательной вибрацией в объектах. Вибрация оказывает отрицательное влияние на прочность и устойчивость механизмов, что приводит к образованию трещин и поломкам, кроме этого, оказывает вредное воздействие на людей. Таким образом возникает проблема виброзащиты человека и различных объектов, которая заключается в устранении или максимальном снижении уровня вибрации.

Противодействие вредным влияниям колебаний и вибрации ведется в следующих направлениях:

1. Источник вибрации
2. Объект защиты от вибрации
3. Человек-Оператор

Следует отметить, что проблемы, связанные с третьим направлением, в той или иной степени разрешаются при решении проблем первого и второго направления.

При пассивной или активной роли участия человека в процессе выполнения операций, предполагающим связь с вибрирующим объектом, необходимо установить допустимый уровень вибрации для оператора.

Существует несколько методов осуществления виброзащиты:

- a) Увеличение жесткости системы – изменение конструкции, способствующие меньшему влиянию внешнего колебательного воздействия, в частности смещением собственных частот конструкции, при которых может возникнуть резонанс.
- b) Динамическое гашение вибрации – присоединение к объекту защиты динамического гасителя, на которое «переходит» вибрация объекта, успокаиваемая таким образом.
- c) Динамическое поглощение – демпфирование, достигаемое за счет внутреннего поглощения энергии в материале и конструкции, также посредством присоединения искусственных демпферов к конструкции.
- d) Виброизоляция – ослабление связей между источником вибрации и объекта защиты.

По способу ввода в действие методы и средства виброзащиты подразделяют на:

- пассивные
- активные.

Перечисленные выше методы относятся к пассивным.

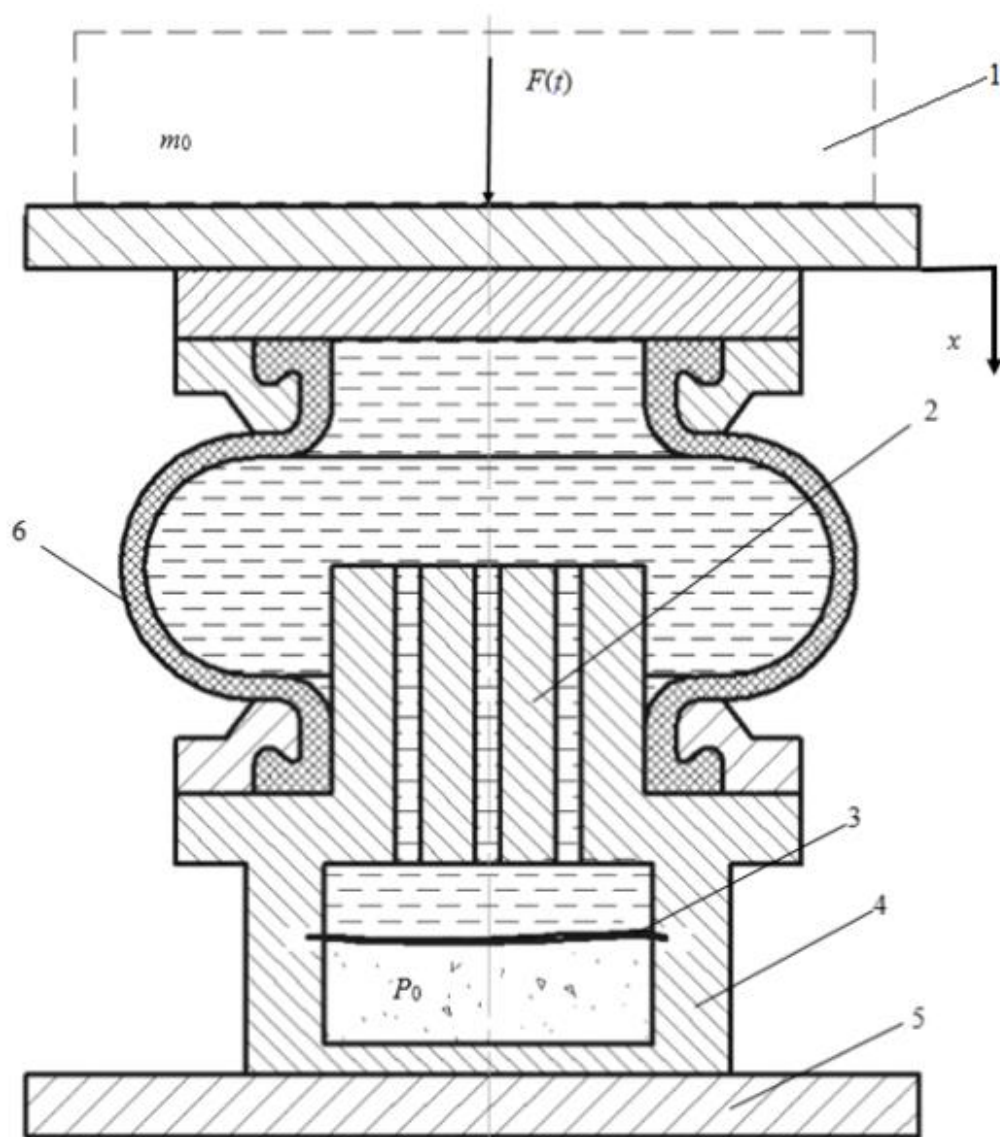
К активным же методам следует относить искусственное возбуждение вибрации, действующее в противоположном направлении с основной вибрацией, возникающей в конструкции и таким образом противодействующей ей.

На основе представленных методов и способов можно разработать и сконструировать различные устройства и приспособления для защиты технологического оборудования от вибрации такие как: активные и пассивные виброизоляторы, ударные и динамические виброгасители, демпфирующие устройства и покрытия.

Рассмотрим существующие оборудование для виброизоляции:

Анализ существующего оборудования для виброизоляции

Пневмовиброизолятор



- 1 — вывешиваемая масса m_0 ;
2 — блок инерционных трубок; 3 — диафрагма;
4 — гидропневматический аккумулятор;
5 — основание; 6 — РКО И-09;
 P_0 — давление в гидропневматическом аккумуляторе;
 $F(t)$ — сила, действующая со стороны

Рисунок 1. Пневмовиброизолятор

Виброизоляционная опора, состоящая из резинокордной оболочки, заполненной жидкостью и содержащая гидравлический инерционный преобразователь движения, которая через резиновую мембрану соединена с гидропневматическим аккумулятором.

Принцип действия опоры заключается, в том что при действии на опору периодического усилия жидкость в гидравлическом инерционном трансформаторе создает силы упругости и силы, компенсирующей вес вывешиваемого тела.

Пневматические упругие элементы на базе резинокордных оболочек давно применяются в качестве виброизоляционных опор в различных отраслях промышленности.

Резиновый виброизолятор.

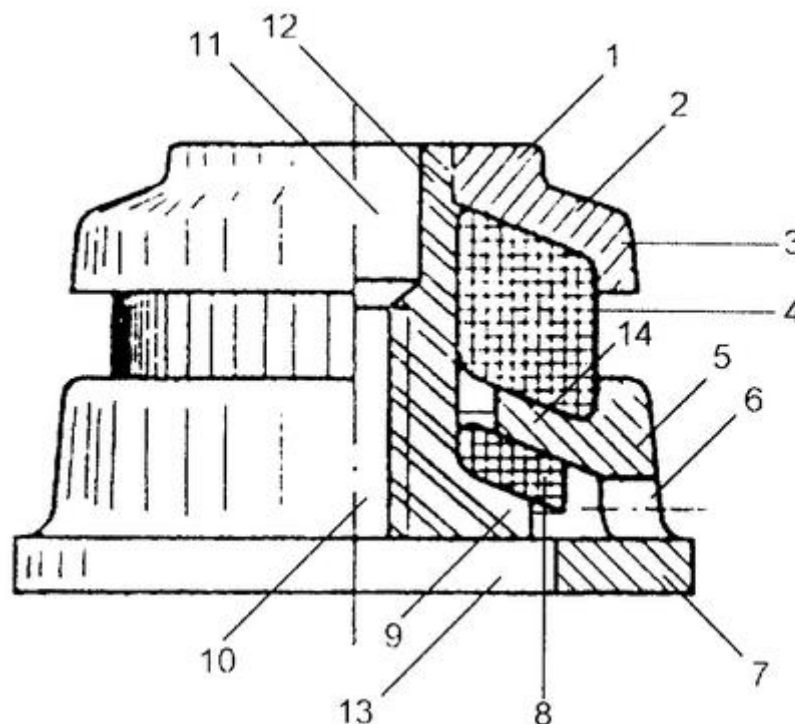


Рисунок 2. Резиновый виброизолятор

Резиновый виброизолятор содержит корпус, выполненный в виде основания, содержащего нижнюю плиту 7 с центральным отверстием 13, боковую цилиндрическую или коническую стенку 5 с отверстиями 6 и жестко связанное со стенкой тарельчатое кольцо 14. Крышка выполнена из верхней цилиндрической части 1 и двух связанных с ней конических частей 2 и 3, причем крышка в верхней части соединена с центральной втулкой 12, имеющей цилиндрическое отверстие 11 и резьбовое 10, а в нижней части втулка 12 имеет буртик 9 с конической поверхностью. Упругий элемент состоит по меньшей мере из двух тарельчатых колец 4 и 8 из эластомера, внутренняя поверхность которых взаимодействует с центральной втулкой 12, а внешняя - с поверхностями крышки 3 и основания 14.

Резиновые виброизоляторы предназначены для эксплуатации в системах виброзащиты инженерного оборудования малой и средней (до 12 кН на опору) массы, требовательных к уровням вибрации чувствительных элементов.

Содержит корпус и упругий элемент из эластомера, взаимодействующий с объектом. Корпус выполнен в виде основания, содержащего нижнюю плиту с центральным отверстием, боковую цилиндрическую или коническую стенку с отверстиями и жестко связанное со стенкой тарельчатое кольцо. Крышка выполнена из верхней цилиндрической части и двух связанных с ней конических частей. Крышка в верхней части соединена с центральной втулкой, имеющей цилиндрическое отверстие и резьбовое. В нижней части втулка имеет буртик с конической поверхностью. Упругий элемент состоит по меньшей мере из двух тарельчатых колец из эластомера, внутренняя поверхность которых взаимодействует с центральной втулкой, а внешняя с поверхностями крышки и основания.

Резиновый виброизолятор работает следующим образом:

При колебаниях виброизолируемого объекта, устанавливаемого на шпильке, ввернутой в резьбовое отверстие 10 центральной втулки 12, упругие элементы 4 и 8 воспринимают вертикальные нагрузки, ослабляя тем самым динамическое воздействие на перекрытия зданий или борт летательного аппарата или мобильного транспортного средства. Горизонтальные колебания гасятся за счет нестесненного расположения упругого элемента, что дает ему определенную степень свободы колебаний в горизонтальной плоскости. Выполнение профиля боковых поверхностей упругого элемента коническими позволяет обеспечить равнопрочность и экономичность резины (эластомера).

Пружинный виброизолятор

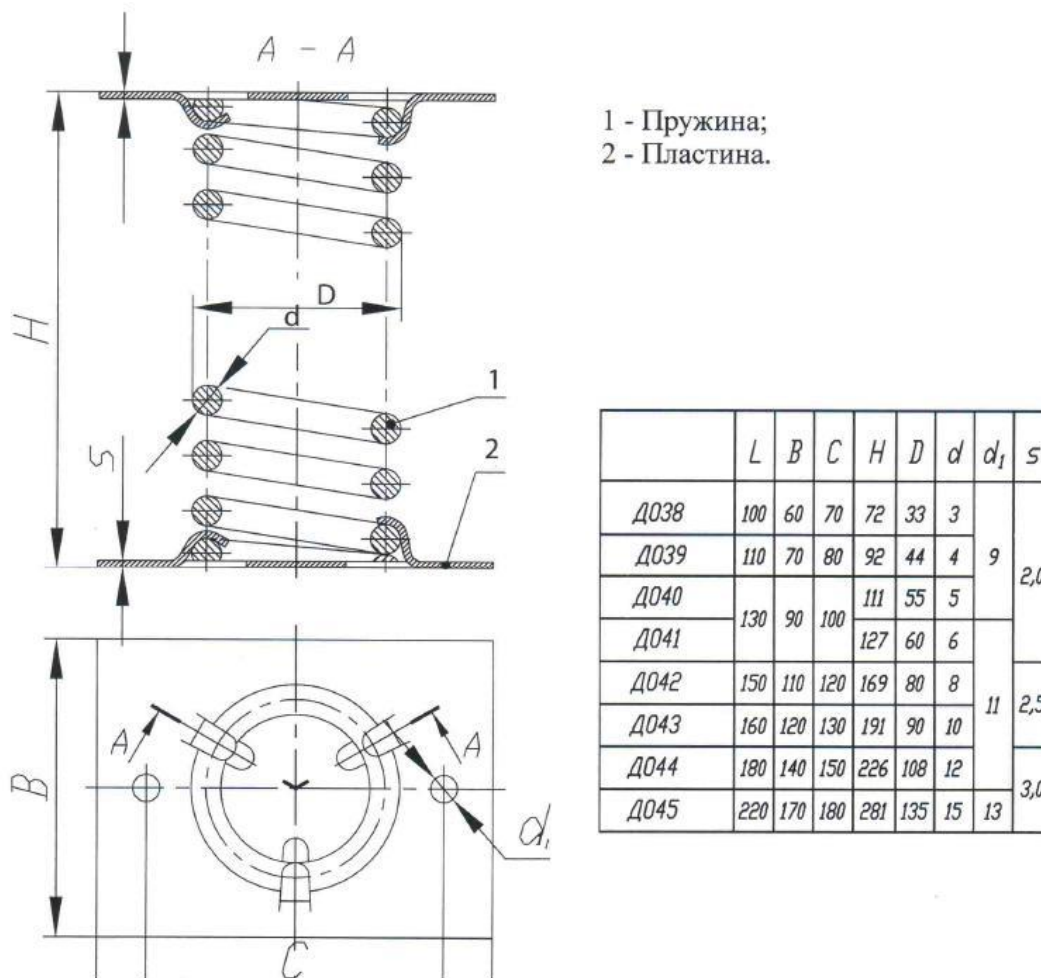


Рисунок 3. Пружинный виброизолятор

Пружинный виброизолятор состоит из цилиндрической пружины, торцевые витки которой жестко скреплены со штампованными пластинами. К основанию (нижней пластине) приклеена резиновая прокладка. Собственная тактовая частота таких виброизоляторов низкая (2-3 Гц), чтобы позволять изолировать оборудование с достаточно низкими частотами возбуждающих сил с эффективностью до 80%. Кроме того, пружинные виброизоляторы исключают остаточные деформации и старение, и поэтому обеспечивают неограниченный срок службы.

Применяются в качестве упругого элемента в конструкциях технологического оборудования. Технические характеристики таких виброизоляторов (жесткость, собственная частота) подбираются исходя из параметров изолируемого оборудования (массы, габаритов и собственной частоты) и условий его эксплуатации.

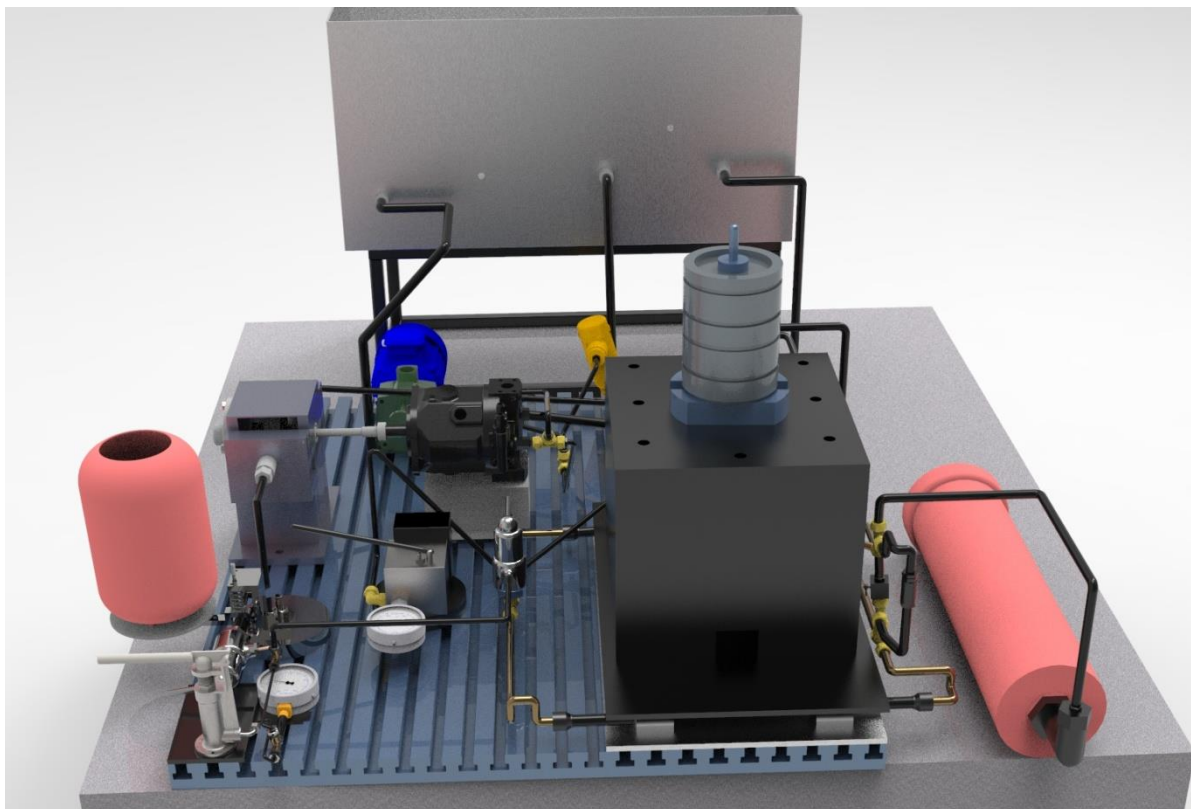


Рисунок 5. Модель универсального стенд

Принцип работы стенда:

При работе некоторого устройства (для виброабразивной обработки), возникающая вибрация через основание распространяется на объект – виброзащиты. Между основанием и объектом установлен виброизолятор, представляющий собой пару рукавов высокого давления, расположенных между двумя стальными пластинами. Под нагрузкой РВД деформируются в радиальном направлении, в следствии чего, вытесняется рабочая жидкость, которая проходит через дроссель, где энергия поглощается. Масло, в свою очередь, возвращается обратно в систему, через обратный клапан.

Расчетная модель

Элементы расчетной модели и их характеристика. Можно выделить три главных элемента в расчетной модели ВЗС:

1. источник возмущений (или кратко источник)
2. объект защиты (объект)
3. Виброизолирующее устройство (ВУ).

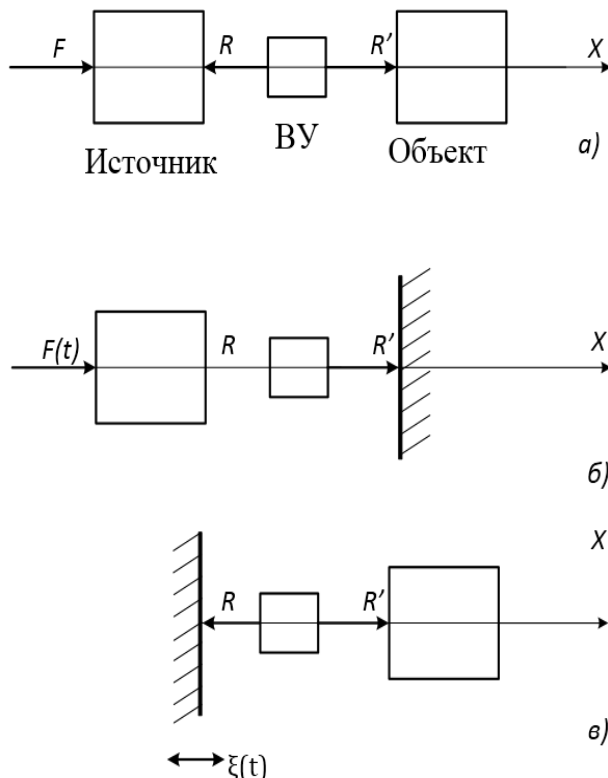


Рисунок 6. Принципиальная схема виброзащитной системы:

а- общий случай;

б- силовое возбуждение $F=F(t)$;

в – кинематическое возбуждение $\xi = \xi(t)$

В простейшем случае источник и объект считаются твердыми телами, движущимися поступательно вдоль некоторой оси X (рис. 1, а).

Приложенные к системе внешние силы F (возмущения), а также внутренние силы R и R' , с которыми виброизолирующее устройство, расположенное между источником и объектом, воздействует на них, считаются направленными вдоль оси X ; тем самым ось X служит осью

рассматриваемого

виброизолирующего устройства. В

большинстве случаев масса одного из тел системы—источника или объекта

— существенно превышает массу другого тела — соответственно объекта или источника. Тогда движение тела «большой» массы может считаться не зависящим от движения тела «малой» массы. Если, в частности, «большую» массу имеет объект, то его обычно считают неподвижным, движение системы вызывается в этом случае приложенными к источнику внешними силами, представляющими *силовое возбуждение* $F=F(t)$ (рис. 1,б).

Если «большую» массу имеет источник, то закон его движения $\xi = \xi(t)$ можно считать заданным; это движение играет роль *кинематического возбуждения* системы (точнее — объекта, рис. 1, в). В обоих случаях тело «большой» массы называют несущим, или основанием, тело «малой» массы — несомым. [1]

Схему, представленную на рис. 1, б (*силовое возбуждение*), обычно используют тогда, когда речь идет о защите зданий, сооружений, перекрытий или фундаментов от динамических воздействий, возбуждаемых установленными на них машинами с неуравновешенными движущимися частями или иным виброактивным оборудованием.

Схему, изображенную на рис. 1, в (*кинематическое возбуждение*) используют в задачах виброзащиты приборов, аппаратов, точных механизмов или станков, т. е. оборудования, чувствительного к вибрациям и устанавливаемого на колеблющихся основаниях или на движущихся объектах. [1]

Виброизолирующее устройство представляет важнейшую часть виброзащитной системы, его назначение состоит в создании такого режима движения, инициируемого заданными возмущениями, при котором реализуется цель защиты объекта. Во многих случаях это оказывается достижимым при использовании безынерционного виброизолирующего устройства, которое для схем, изображенных на рис (б), представляет одноосный виброизолятор. Для такого виброизолятора реакции R и R' совпадают по величине ($R = R'$), причем в рассматриваемом ниже простейшем случае реакцию R можно считать пропорциональной деформации δ и скорости деформации $\dot{\delta}$ виброизолятора

Антивибрационное устройство является важнейшей частью ВЗС, его целью является создание такого режима движения, инициируемого заданными возмущениями, в котором реализуется цель защиты объекта. Во многих случаях это достигается с помощью БВУ, которое для схем показано на рис.б, представляет собой одноосный виброизолятор. В таком виброизоляторе реакции R и R' равны по модулю, и в простейшем рассматриваемом ниже случае реакцию R можно считать пропорциональной деформации δ и скорости деформации $\dot{\delta}$ виброизолятора:

$$R = c\delta + b\dot{\delta}. \quad (1)$$

Зависимость (1) описывает линейную характеристику ПБВ; коэффициенты c и b называются соответственно жесткостью и коэффициентом демпфирования. При $b=0$ (1) описывает характеристику линейного идеально упругого элемента (пружины); при $c=0$ — характеристику линейного вязкого демпфера. Таким образом, модель виброизолятора с характеристикой (1) можно представить в виде параллельного соединения пружины и демпфера (рис. 2).

Коэффициент жесткости c виброизолятора с линейной характеристикой (1) определяет собственную частоту системы:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{c}{m}} \quad (2)$$

Значение c определяет также статическую деформацию $\delta_{ст}$ (осадку) виброизолятора, связанную с

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g \sin \alpha}{\delta_{ст}}}$$

где $\delta_{ст}$ — деформация под осевой статической нагрузкой $mg \sin \alpha$, m — масса несомого

тела; α — угол наклона оси виброизолятора к горизонту. Зависимость $\omega_0 = \omega_0(\delta_{ст})$ приведена на рис. 3.

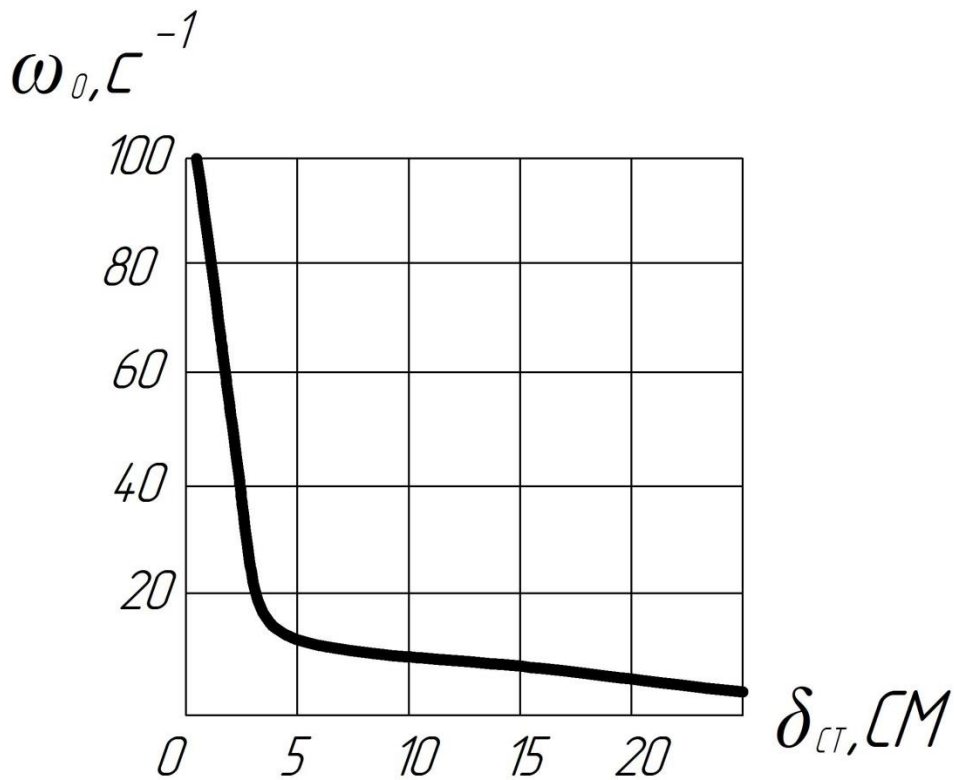


Рисунок 7. Зависимость собственной частоты ω_0 простейшей виброзащитной системы от статической осадки $\delta_{ст}$ виброизолятора

Демпфирующие свойства системы, представленной на рис. 2, характеризуются

коэффициентом демпфирования системы

$$n = b/(2m) \quad (3)$$

Где b – коэффициент демпфирования виброизолятора

m – масса

и относительным демпфированием

$$\nu = n/\omega_0 = b/2\sqrt{cm} \quad (4)$$

Где ω_0 – собственная частота системы

c – жесткость виброизолятора

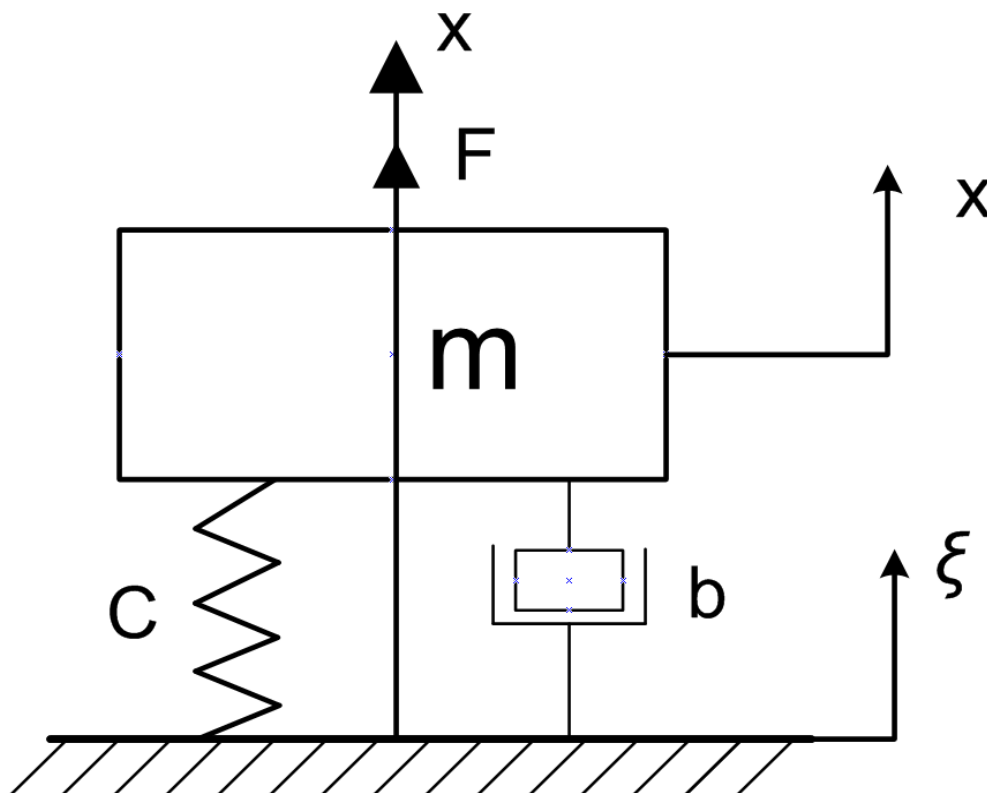


Рисунок 8. Расчетная модель простейшей виброзащитной системы; где m, x – соответственно масса и координата несомого тела; F – сила, приложенная к несомому телу; ξ – координата основания; c, b – жесткость и коэффициент демпфирования виброизолятора.

Эффективность виброзащиты. Коэффициенты эффективности при гармоническом возбуждении. Под эффективностью виброзащиты понимается степень реализации виброзащитным устройством целей виброзащиты.

При силовом гармоническом возбуждении

$$F(t) = F_0 \sin \omega t; \xi(t) = 0,$$

где F_0 и ω — соответственно амплитуда и частота вынуждающей силы; цель защиты может состоять в уменьшении амплитуды R_0 , силы, передаваемой на неподвижный объект,

$$R_0 = \frac{\sqrt{\omega_0^4 + 4n^2 \omega^2}}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2) + 4n^2 \omega^2}} \quad (5)$$

или в уменьшении амплитуды X_0 , установившихся вынужденных колебаний источника:

$$X_0 = \frac{F_0}{m \sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2) + 4n^2 \omega^2}} \quad (6)$$

При кинематическом гармоническом возбуждении

$$F(t) = 0; \xi(t) = \xi_0 \sin \omega t, \quad (7)$$

цель защиты может заключаться в уменьшении амплитуды абсолютного ускорения (перегрузки) объекта

$$W = \frac{\xi_0 \omega^2 \sqrt{\omega_0^4 + 4n^2 \omega^2}}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2) + 4n^2 \omega^2}} \quad (8)$$

а также в уменьшении амплитуды его колебаний X_0 относительно основания:

$$X'_0 = \frac{\xi_0 \omega^2}{\sqrt{(\omega_0^2 - \omega^2) + 4n^2 \omega^2}} \quad (9)$$

Количественно степень реализации цели виброзащиты можно охарактеризовать значениями безразмерных коэффициентов эффективности. Для расчетной модели, изображенной на рис. 2, при силовом возбуждении вводят коэффициенты

$$K_R = \frac{R_0}{F_0}; K_X = \frac{cX_0}{F_0}. \quad (10)$$

В случае кинематического возбуждения рассматривают коэффициенты

$$K_R = \frac{W}{\xi_0 \omega^2}; K_{X'} = \frac{X'_0}{\xi_0}. \quad (11)$$

Величины K_R и K_X называют соответственно *коэффициентом виброизоляции* и *коэффициентом динамичности*.

Последовательность расчета:

Жесткость виброизолятора (РВД):

$$c = f * 4\pi^2 * m = 12\text{Гц} * 4\pi^2 * 50\text{кг} = 23700 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \approx 2,4 \frac{\text{тс}}{\text{м}} = 24 \frac{\text{кгс}}{\text{см}}$$

где f – собственная частота системы

m – масса объекта

Демпфирующие свойства системы, характеризуются относительным коэффициентом демпфирования:

$$\nu = \frac{\lambda}{\pi}, \text{ Где } \lambda - \text{логарифмический декремент затухания}$$

$$\lambda = \frac{\ln \frac{A_1}{A_2} + \ln \frac{A_2}{A_3}}{2} = \frac{\ln \frac{0,35}{0,31} + \ln \frac{0,31}{1,8}}{2} = \frac{0,12 + 0,54}{2} = 0,34$$

$$\nu = \frac{\lambda}{\pi} = \frac{0,34}{3,14} = 0,12$$

Кинематическое возбуждение, передающееся на объект:

$$F(t) = 0 ; \xi(t) = \xi_0 \sin \omega t \text{ или,}$$

Структурная схема выражения:

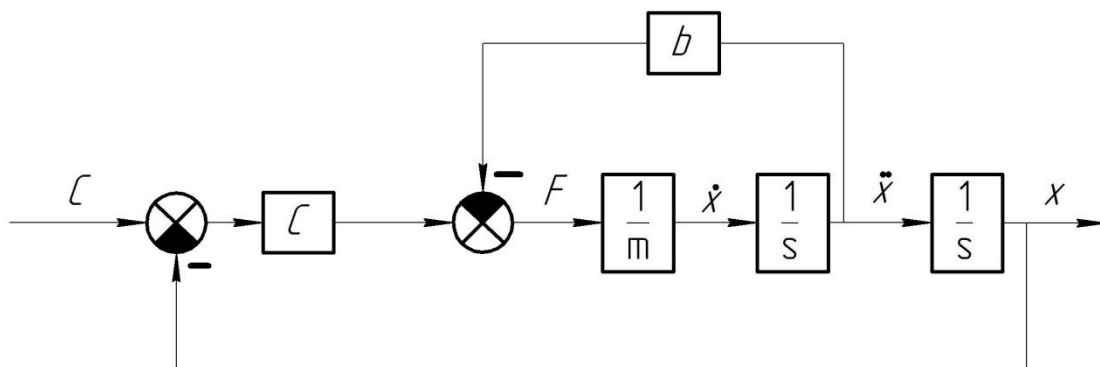


Рисунок 9. Структурная схема

$S = j \cdot \omega$ – Оператор Лапласа, где $j = \sqrt{-1}$

Количественно степень реализации цели виброзащиты можно охарактеризовать значениями безразмерных коэффициентов эффективности(11).

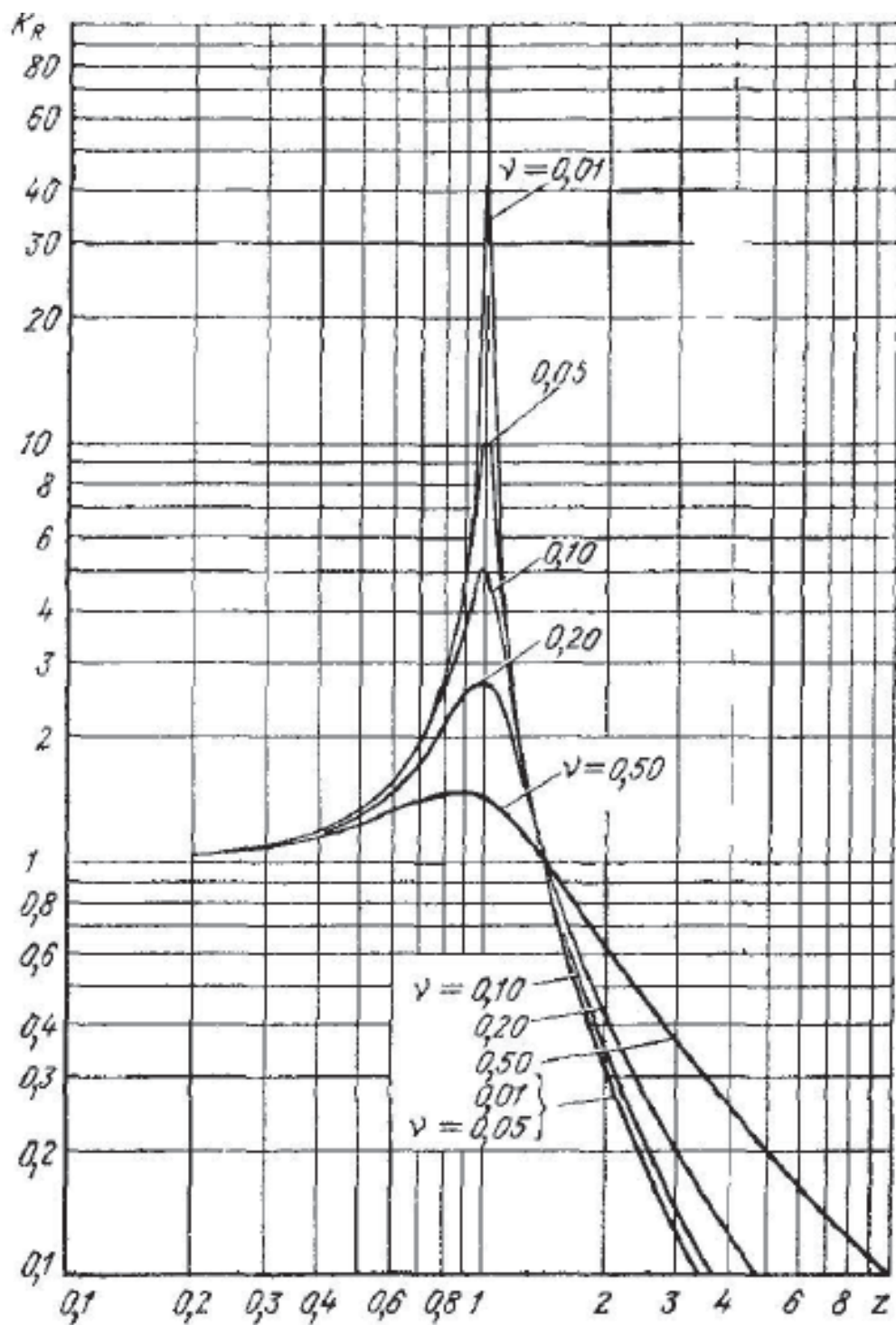


Рисунок 10. Зависимость коэффициента виброизоляции K_r от расстройки z .

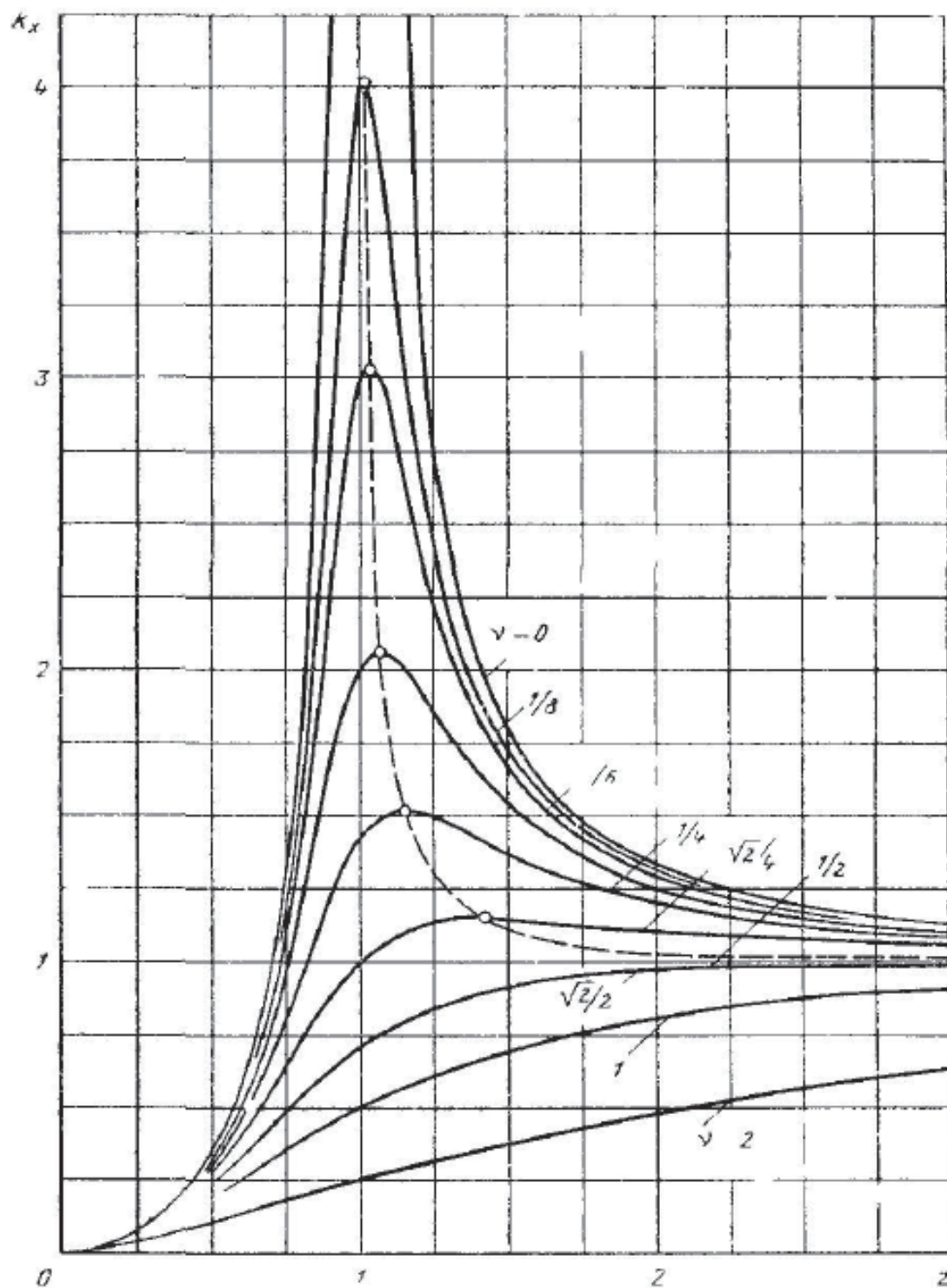


Рисунок 11 Зависимость коэффициента эффективности K'_x от расстройки z .

Эффективность виброгашения можно наблюдать на графиках зависимости перемещения, скорости и ускорения от времени. Которые возникают соответственно на источнике колебаний, в результате его работы, и на объекте защиты, в результате передачи колебательных возмущений объекту через жесткие элементы конструкции(основание, линейные элементы и пр.)

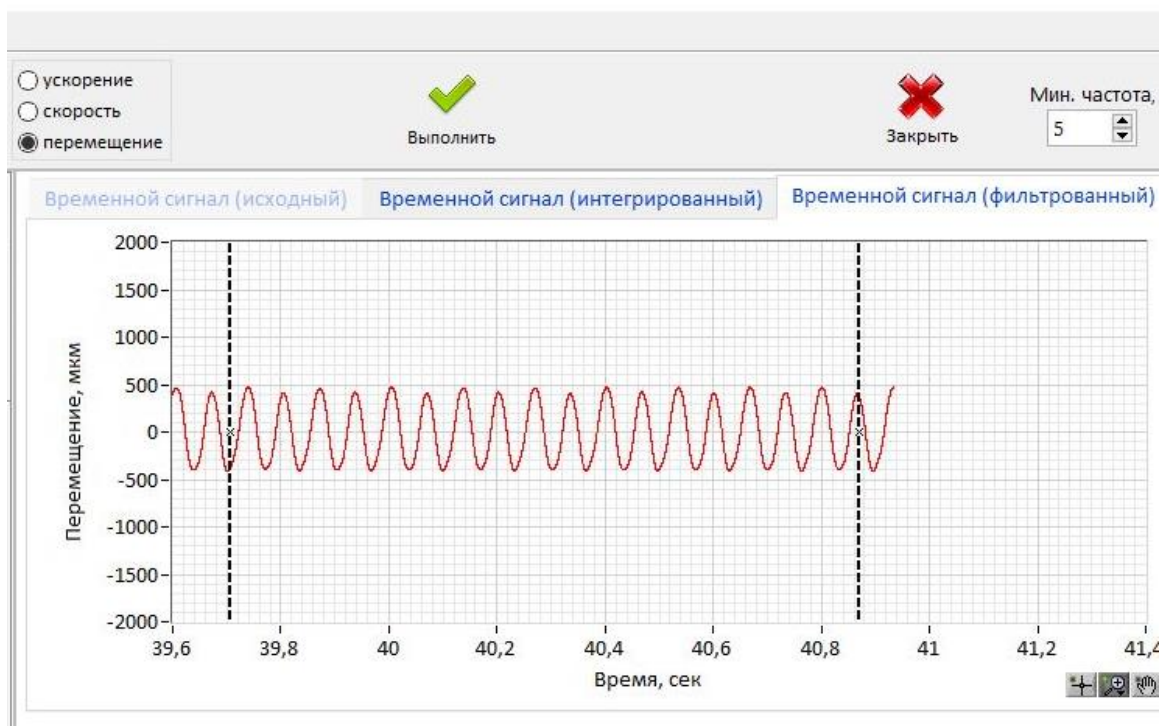


Рисунок 12. График зависимости перемещения точек источника от времени.

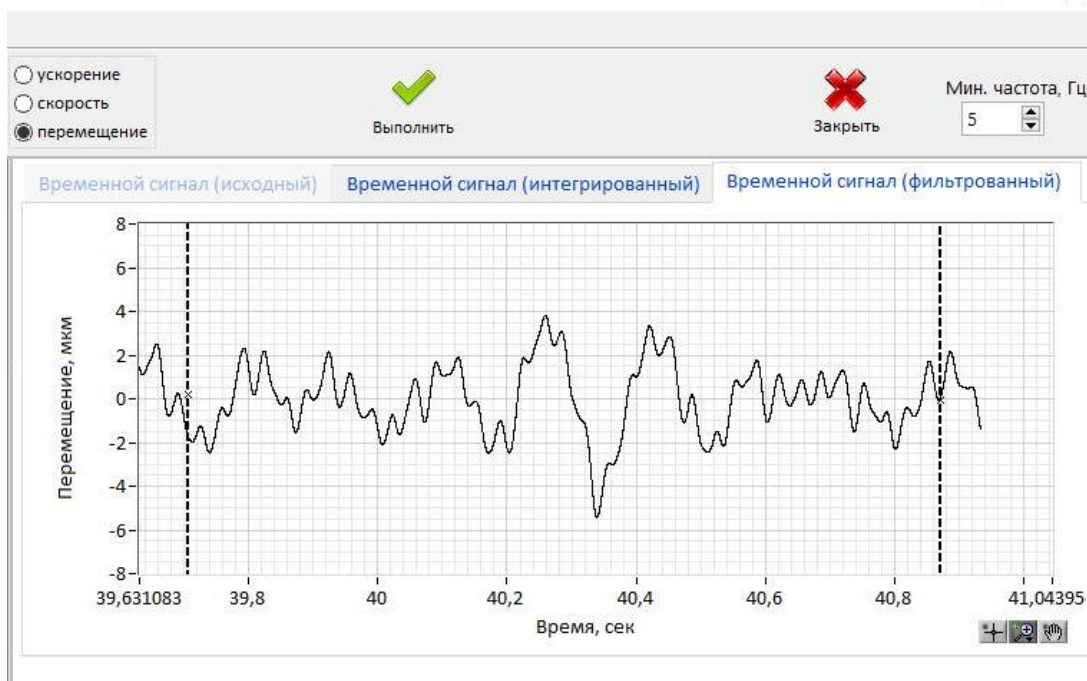


Рисунок 13. График зависимости перемещения точек объекта от времени.

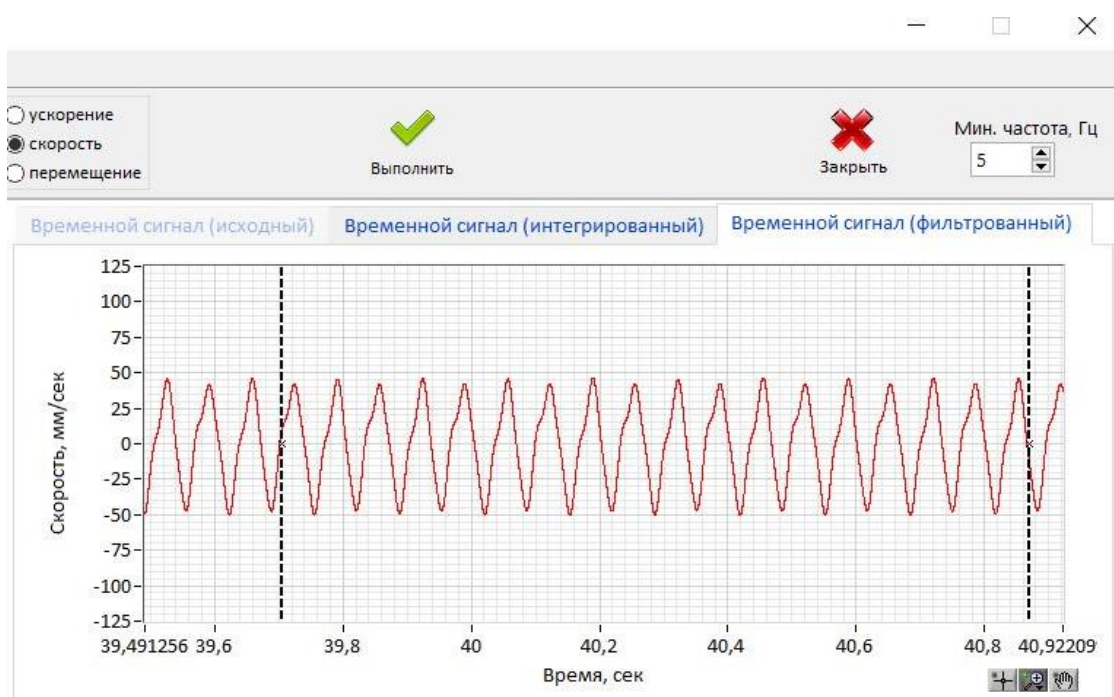


Рисунок 14. График зависимости скорости точек источника от времени.

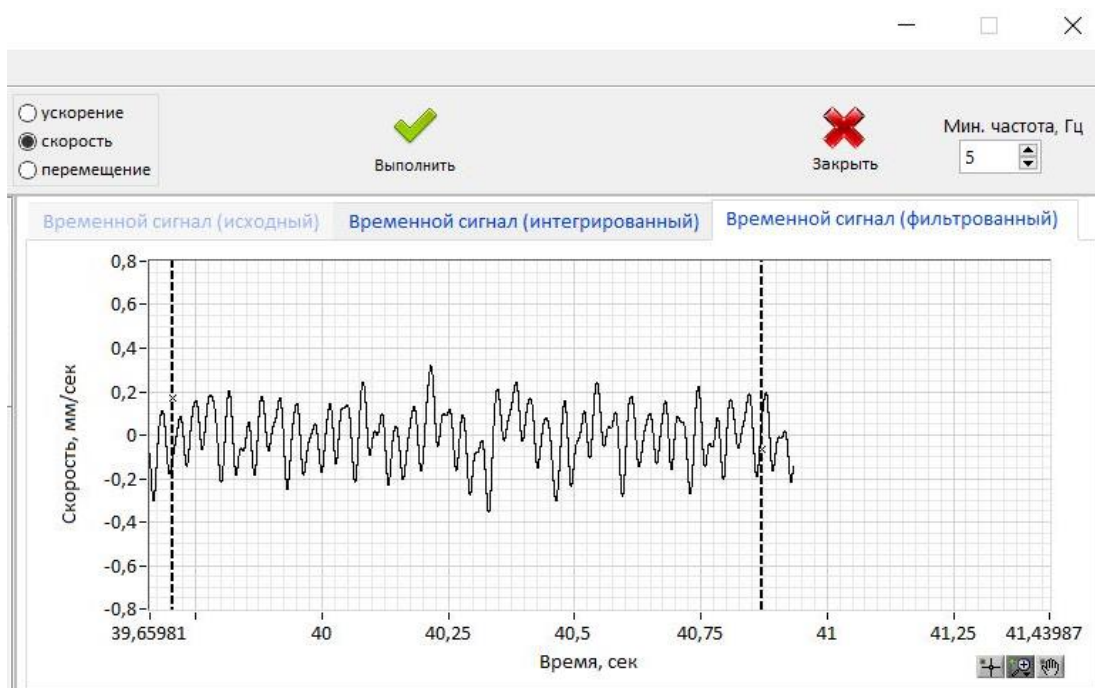


Рисунок 15 График зависимости скорости точек объекта от времени.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Введение:

Технология – наука о получении сырья и изготовлении из него определенной продукции. Основной задачей при разработке технологического процесса является поиск оптимального варианта перехода от заготовки к готовой детали требуемого качества при наименьшей стоимости этого процесса.

Анализ технологичности детали

Технологичность детали – это совокупность свойств детали, которые позволяют изготовить её с наименьшими материальными и трудовыми затратами.

Эти затраты можно сократить в значительной степени в зависимости от правильного выбора варианта технологического процесса, его оснащения, механизации и автоматизации, применения оптимальных режимов обработки и правильной подготовки производства. На трудоемкость изготовления детали оказывают особое влияние ее конструкция и технические требования.

Оценку технологичности детали производят по следующим параметрам:

- Технологичность заготовки
- Технологичность конструкции детали
- Технологичность обрабатываемых поверхностей

Общие требования по технологичности детали можно сформулировать следующим образом:

- Деталь должно представлять собой сочетание поверхностей простых форм.
- Она в максимальной степени должна состоять из стандартных и унифицированных конструктивных элементов (резьбы, канавки, выточки, модули, размеры шлицев, шпоночных пазов и т.д.) или быть стандартной в целом
- Деталь должна обладать достаточной жесткостью, иметь надежные технологические базы.

Завышенные требования по этим параметрам приводят к необходимости введения дополнительных технологических операций, удлиняют цикл обработки, увеличивают трудоёмкость изготовления детали и повышают её себестоимость.[2]

Оценим технологичность детали типа втулка: (рис. 16)

В качестве заготовки выбран круглый прокат, который по форме максимально приближен к форме готовой детали для сокращения объемов обработки резанием.

Имеется возможность обработки нескольких поверхностей за один установ. Для того, чтобы свести погрешность установки к минимуму – маршрут обработки построен по принципу совпадения технологической и измерительной баз.

Материал заготовки – Сталь 08 полуспокойная– качественная сталь, используемая для изготовления ответственных элементов; для прокладок, шайб, вилок, труб, а также втулок, и тяг.

Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления детали. Чертёж детали представлен на формате А4.

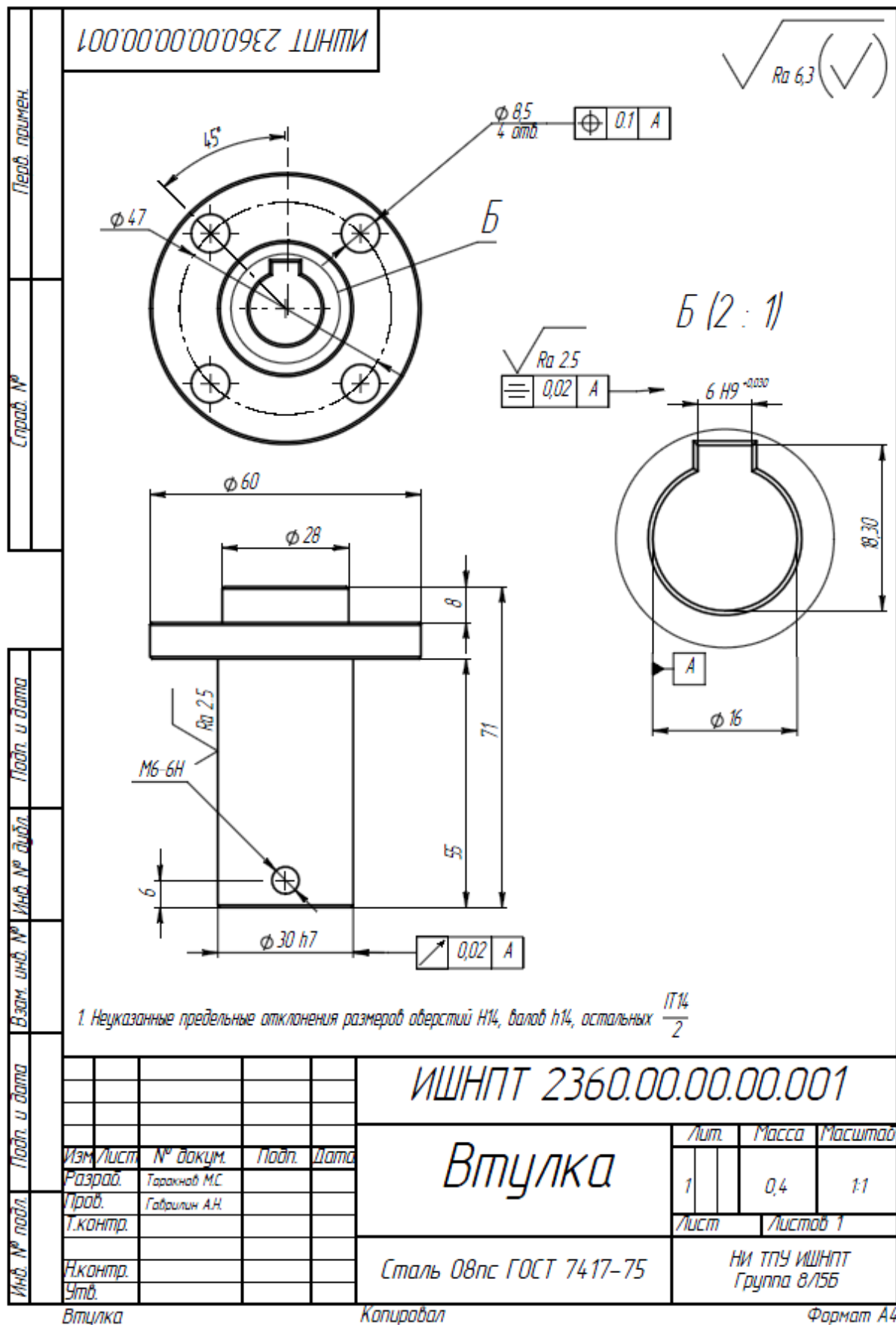
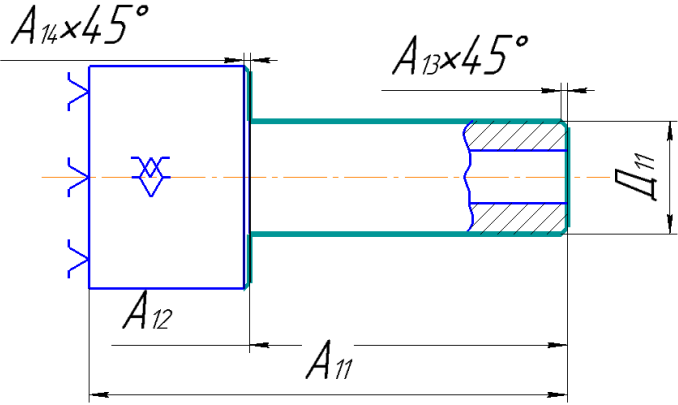
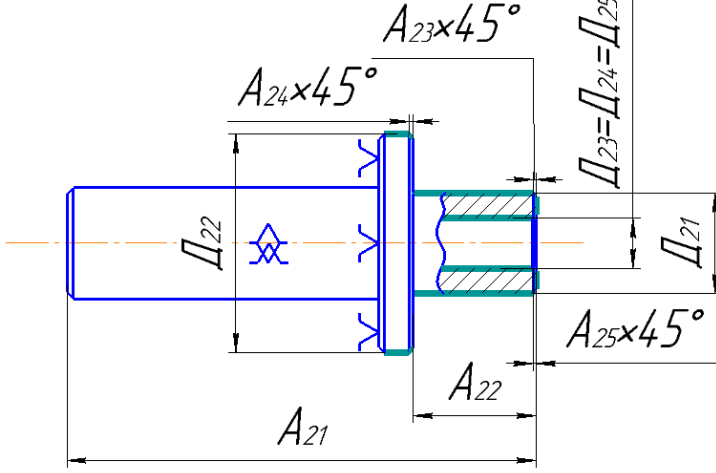


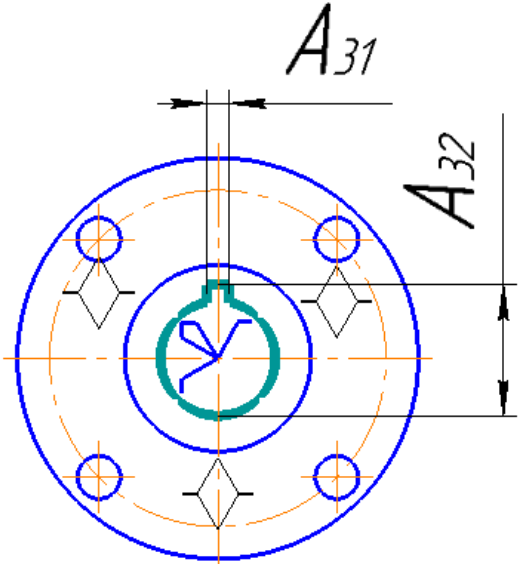
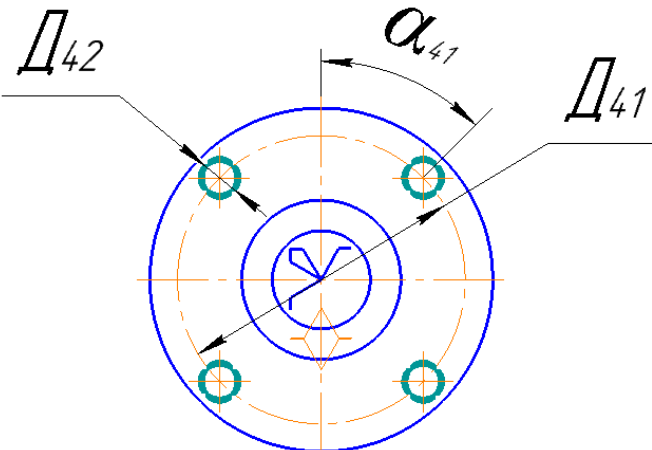
Рисунок 16. Чертеж детали

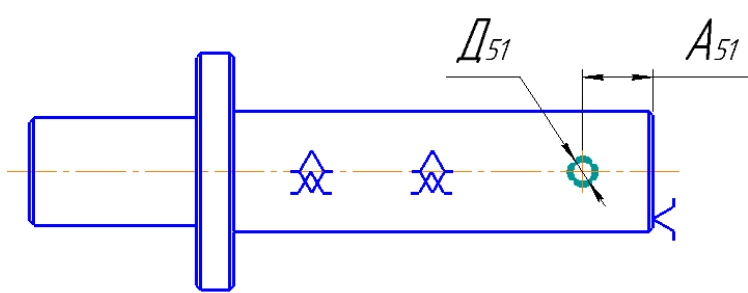
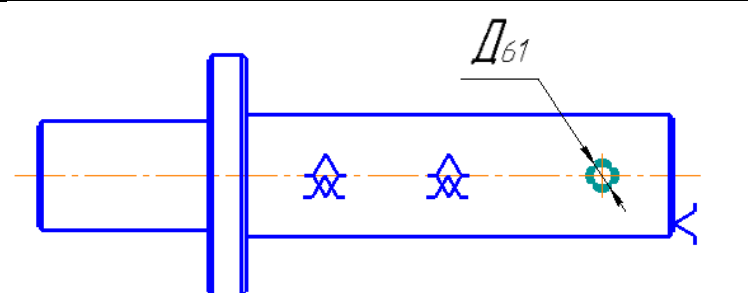
Составление технологического маршрута

Таблица 1. Технологического маршрута

№ п/ п	Операция	Наименование	Операционный эскиз
1	000 Заготовительная	<p>А. Установить заготовку диаметром D_{01} в самоцентрирующемся 3-х кулачковом патроне:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец, выдерживая размер A_{01}. 2. Проточить поверхность, выдерживая размер D_{02}. 3. Проточить поверхность, выдерживая размер D_{03}, A_{02}. 4. Центровать торец. 5. Просверлить сквозное отверстие D_{04}. 6. Отрезать заготовку, выдерживая размер A_{03}. 	<p>The technical drawing shows a stepped shaft with four distinct diameters: D_{01} (leftmost), D_{02} (second step), D_{03} (third step), and D_{04} (rightmost). The corresponding axial dimensions are A_{01} (length of D_{01} section), A_{02} (length of D_{02} section), A_{03} (length of D_{03} section), and A_{04} (length of D_{04} section). A blue sketch on the left shows the workpiece mounted in a 3-jaw chuck, with dimension D'_{01} indicating the initial diameter before turning.</p>

2	005 Токарная ЧПУ	<p>Б. Установить заготовку в самоцентрирующемся 3-х кулачковом патроне:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец , выдерживая размер A_{11}. 2. Проточить поверхность, выдерживая размер A_{12}, D_{11}. 3. Снять фаски $A_{13} \times 45^\circ, A_{14} \times 45^\circ$, 	
		<p>А. Установить заготовку в самоцентрирующемся 3-х кулачковом патроне:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец , выдерживая размер A_{21}. 2. Проточить поверхность, выдерживая размер A_{22}, D_{21}. 3. Проточить поверхность, выдерживая размер D_{22} 4. Расточить отверстие D_{23} 5. Зенкеровать отверстие D_{24} 6. Развернуть отверстие D_{25} 7. Снять фаски $A_{23} \times 45^\circ, A_{24} \times 45^\circ, A_{25} \times 45^\circ$ 	

3	010 Долбление	<p>А. Установить и закрепить заготовку:</p> <p>1. Долбить шпоночный паз выдерживая размеры: A_{31}, A_{32}.</p>	
4	015 Сверлильная	<p>А. Установить и закрепить заготовку:</p> <p>2. Сверлить 4 отв. насквозь, выдерживая размеры: $D_{41}, D_{42}, \alpha_{41}$.</p>	

		<p>А. Установить и закрепить заготовку:</p> <p>3. Сверлить отв. насквозь, выдерживая размеры: A_{51}, D_{51}.</p>	
5	020 Резьбонарезная	<p>А. Установить и закрепить заготовку:</p> <p>1. Нарезать резьбу, выдерживая размеры, D_{61}</p>	

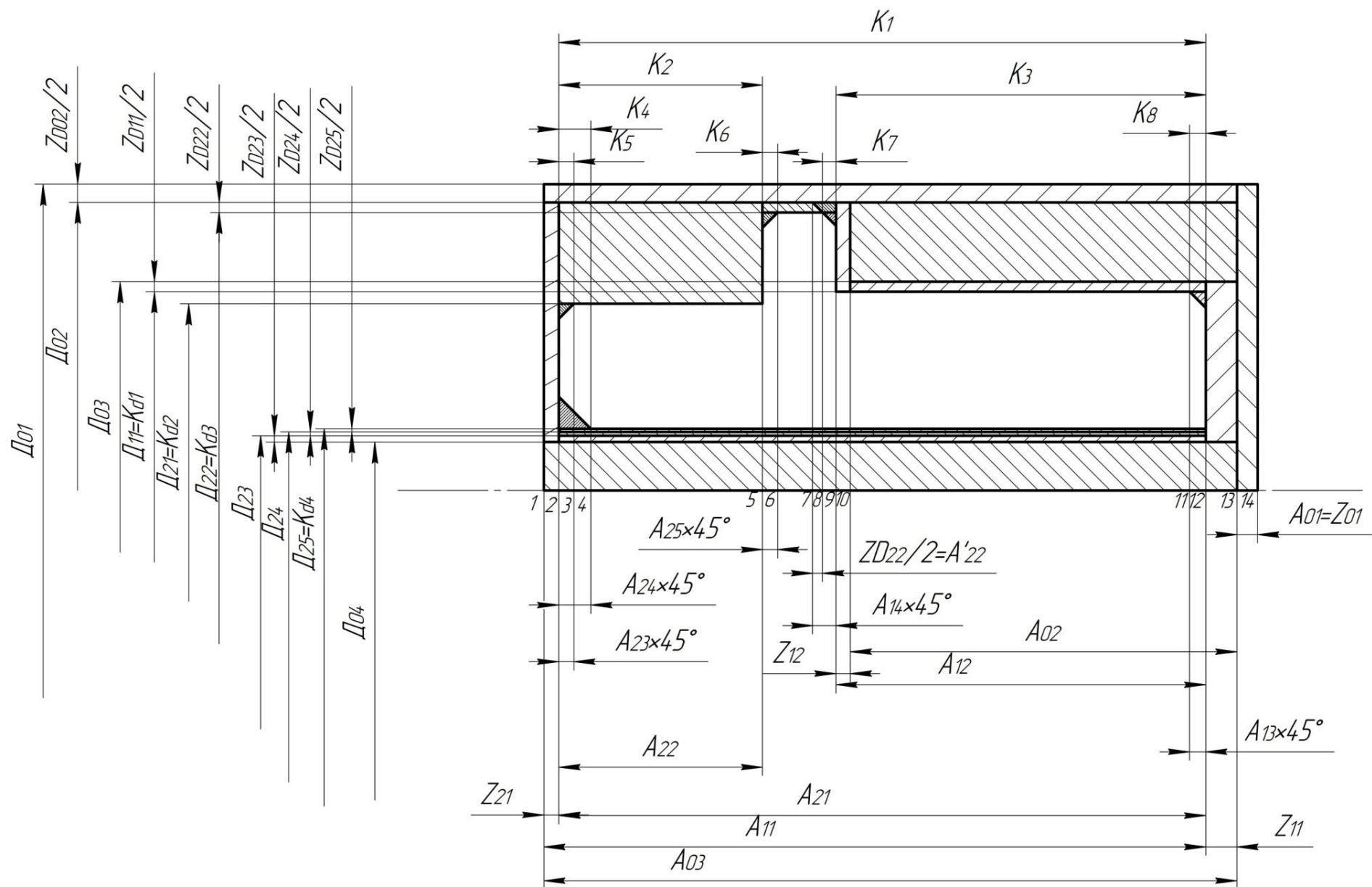


Рисунок 17. Размерная схема

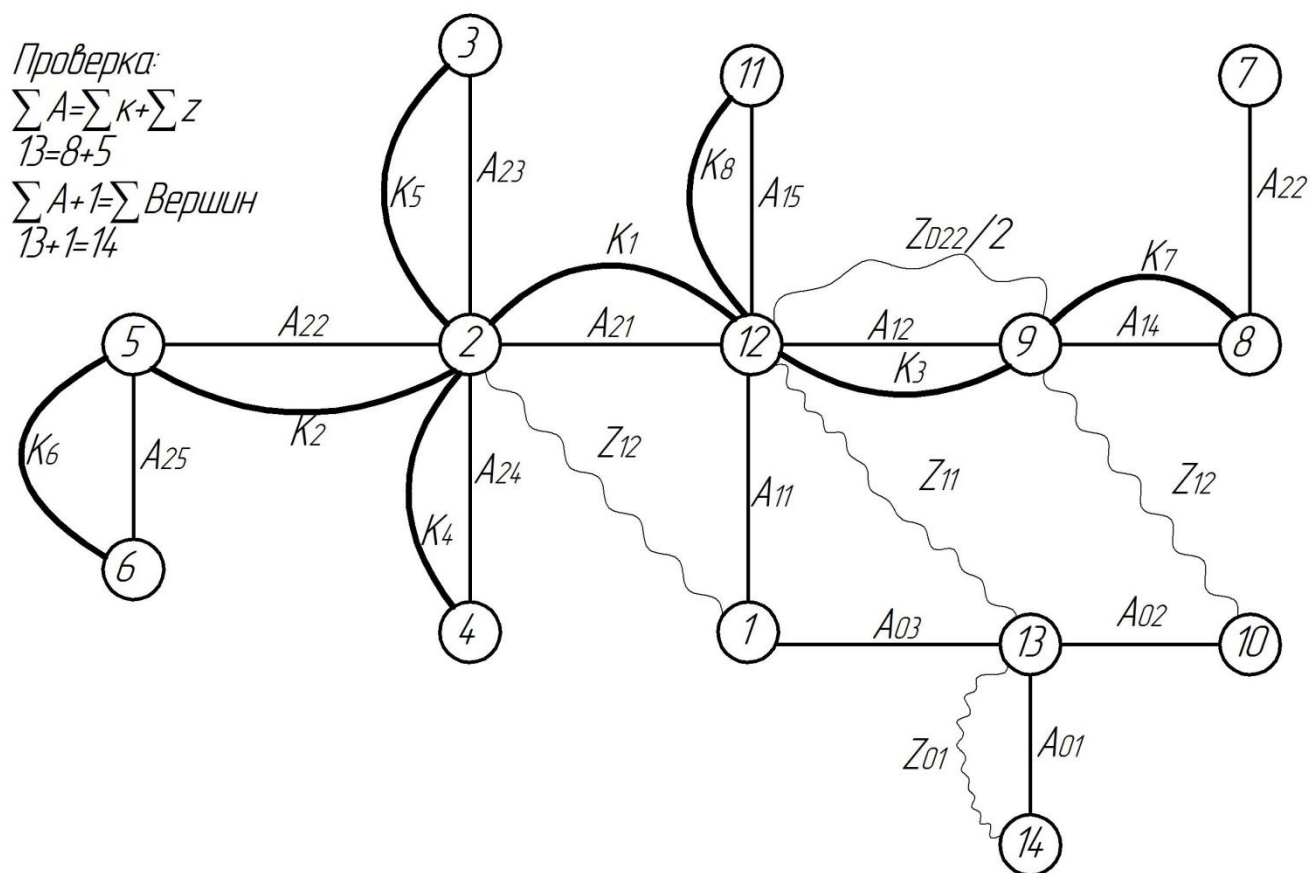


Рисунок 18. Граф-дерево.

Определение допусков на технологические диаметральные размеры

Допуски на диаметральные размеры могут быть приняты равными статистической погрешности ω_c (Приложение 1 [1]).

Определим допуски на диаметральные размеры:

$$TD_{01} = 1,4 \text{ мм};$$

$$TD_{02} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{03} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{04} = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{11} = TK_{D1} = 0,62 \text{ мм};$$

$$TD_{21} = TK_{D2} = 0,021 \text{ мм};$$

$$TD_{22} = TK_{D3} = 0,74 \text{ мм};$$

$$TD_{23} = 0,62 \text{ мм};$$

$$TD_{24} = 0,013 \text{ мм};$$

$$TD_{25} = TK_{D3} = 0,018 \text{ мм};$$

Определение минимальных припусков на обработку поверхностей вращения

Формула для определения минимального припуска на обработку поверхности вращения имеет следующий вид:

$$z_{i \min} = 2 \cdot \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{i-1}^2} \right) (1),$$

где

Rz — шероховатость поверхности, мкм (Приложение 2 [1]);

h — величина дефектного слоя поверхности, мкм (Приложение 2 [1]);

ρ — точность геометрической формы, мкм (Приложение 3 [1]);

ε — погрешность закрепления заготовки, мкм (Приложение 4 [1]).

Необходимо определить следующие припуски:

$$z_{D02}, z_{D11}, z_{D22}, z_{D23}, z_{D24}, z_{D25}$$

Запишем все величины из формулы (1) в таблицу 1 для всех вышеизложенных припусков.

Таблица 2. Параметры поверхности

	Rz , мкм	h , мкм	ρ , мкм	ε , мкм
z_{D02}	100	70	60	100
z_{D11}	20	25	26	40
z_{D22}	20	25	60	75
z_{D23}	100	70	12	80
z_{D24}	100	70	12	40
z_{D25}	20	25	12	35

Подставив все значения в формулу (1) получим следующие значения:

$$z_{D02} = 0,76 \text{ мм};$$

$$z_{D11} = 0,18 \text{ мм};$$

$$z_{D22} = 0,2 \text{ мм};$$

$$z_{D23} = 0,88 \text{ мм};$$

$$z_{D24} = 0,46 \text{ мм};$$

$$z_{D25} = 0,01 \text{ мм};$$

Расчет диаметральных технологических размеров

Расчет выполняется методом максимума-минимума с использованием способа средних значений. Для расчета составляются размерные схемы технологических маршрутов обработки поверхностей вращения.

Расчет диаметра проката. Для определения диаметра проката D_{01} необходимо рассмотреть технологическую цепь $D_{01}, z_{D02}, D_{02}, z_{D22}, D_{22}$. В этой цепи известно: полностью составляющее звено D_{22} ($D_{22} = K_{D3} = 60_{-0,74}$), предельные отклонения составляющего звена D_{01} и минимальные значения припусков $z_{D22} = 0,2$, $z_{D02} = 0,76$

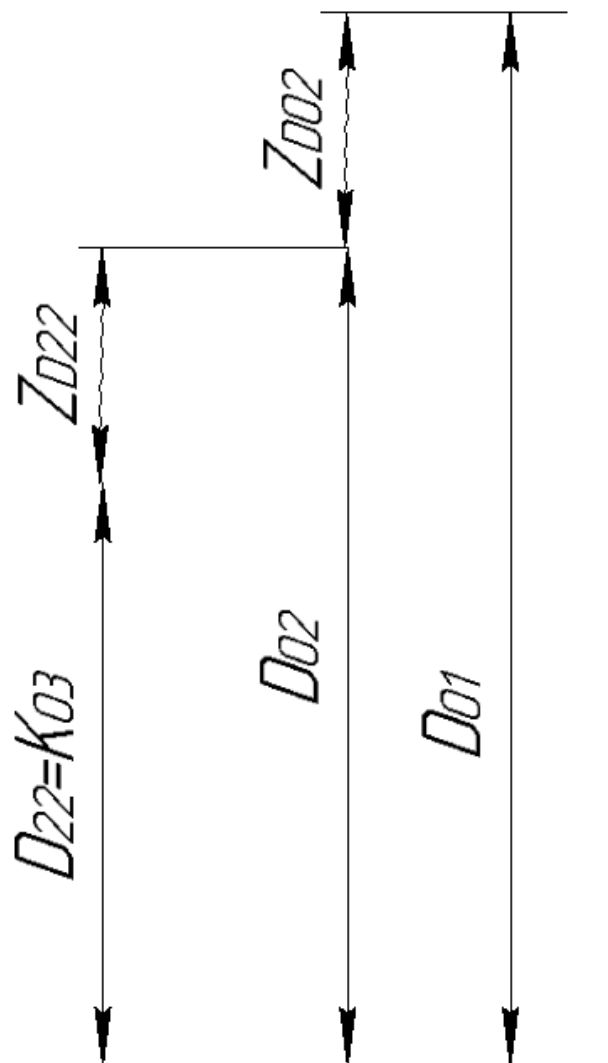


Рисунок. 19: Размерная схема обработки наружной поверхности

Решение:

1) Определим среднее значение D_{22} :

$$D_{22}^c = D_{22} + \frac{HOD_{22} + BOD_{22}}{2} = 60 + \frac{0 + (-0,74)}{2} = 59,63 \text{ мм.}$$

Звено D_{22} записывается в виде $D_{22} = 59,63 \pm 0,37 \text{ мм}$

$$D_{22\phi} = 60_{-0,74}$$

2) Находим среднее значение z_{D22} :

$$z_{D22}^c = z_{D22 \min} + \frac{TD_{22} + TD_{02}}{2} = 0,2 + \frac{0,74 + 0,12}{2} = 0,63 \text{ мм.}$$

3) Определим среднее значение звена D_{02} :

$$D_{02}^c = D_{22}^c + z_{D22}^c = 59,63 + 0,63 = 60,26 \text{ мм.}$$

Звено D_{02} записывается в виде $D_{02} = 60,26 \pm 0,06 \text{ мм}$

$$D_{02\phi} = 60,32_{-0,12}$$

4) Определим допуск звена D_{01} :

$$TD_{01} = BOD_{01} - HOD_{01} = 0,3 - (-1,1) = 1,4 \text{ мм.}$$

5) Рассчитаем фактическое значение припуска z_{D22} :

$$z_{D22\phi} = D_{02\phi} - D_{22\phi} = 60,32_{-0,12} - 60_{-0,74} = 0,32_{-0,12}^{+0,74}.$$

6) Находим среднее значение z_{D02} :

$$z_{D02}^c = z_{D02 \min} + \frac{TD_{02} + TD_{01}}{2} = 0,76 + \frac{0,12 + 0,3}{2} = 0,84 \text{ мм}$$

7) Рассчитаем фактическое значение припуска z_{D02} :

$$z_{D02}^{\phi} = D_{01}^{\phi} - D_{02}^{\phi} = 62_{-1,1}^{0,3} + 59,06 = 2,94_{1,1}^{0,42} \text{ мм.}$$

Расчет технологических диаметральных размеров при обработке наружной поверхности $\varnothing 30_{-0,62}$ мм. Начинаем расчет с рассмотрения цепи D_{11}, z_{D11}, D_{03} . В этой цепи известно: составляющее звено D_{11} ($D_{32} = K_{D1} = 30_{-0,62}$) и минимальные значения припуска $z_{D11} = 0,18$ мм

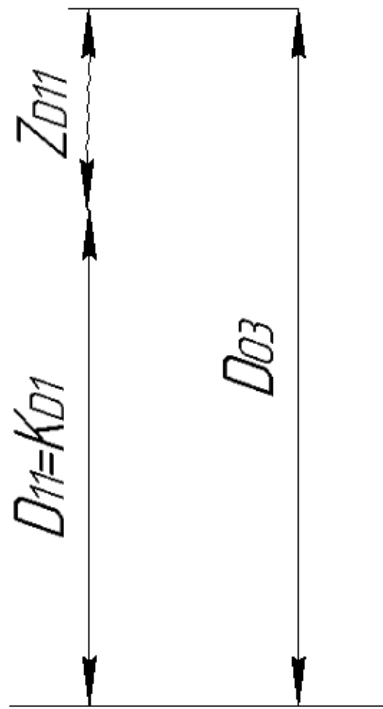


Рисунок. 20: Размерная схема обработки наружной поверхности

Решение:

1) Определим среднее значение D_{11} :

$$D_{11}^c = D_{11} + \frac{HOD_{11} + BOD_{11}}{2} = 30 + \frac{0 + (-0,62)}{2} = 29,69 \text{ мм.}$$

$$D_{32\phi} = 30_{-0,62}$$

2) Находим среднее значение z_{D11} :

$$z_{D11}^c = z_{D11 \min} + \frac{TD_{11} + TD_{03}}{2} = 0,18 + \frac{0,62 + 0,12}{2} = 0,55 \text{ мм.}$$

3) Определим среднее значение звена D_{03} :

$$D_{03}^c = D_{11}^c + z_{D11}^c = 29,69 + 0,55 = 30,24 \text{ мм.}$$

$$D_{03} = 30,24 \pm 0,06 \text{ мм ; } D_{03\phi} = 30,3_{-0,12}$$

4) Определим фактическое значение припуска $z_{D_{11}}$:

$$z_{D_{11}\phi} = D_{02\phi} - D_{11\phi} = 30,3_{-0,12} - 30_{-0,62} = 0,3_{-0,12}^{+0,62} \text{ мм.}$$

Расчет технологических диаметральных размеров при обработке наружной поверхности $\varnothing 28_{-0,021}$ мм

Начинаем расчет с рассмотрения цепи D_{21} . В этой цепи известно: составляющее звено D_{21} ($D_{21} = K_{D2} = 28_{-0,021}$)

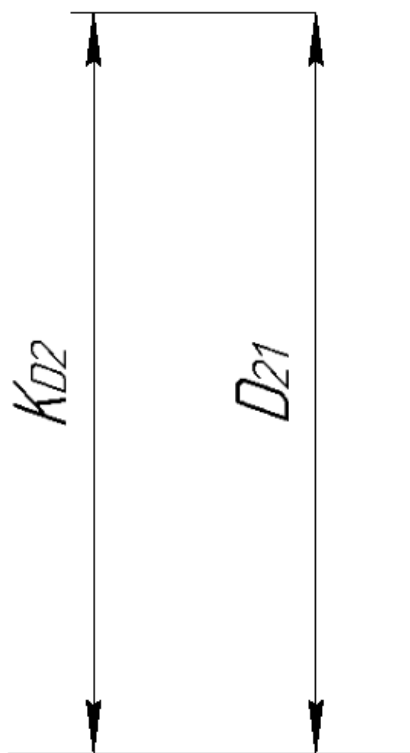


Рисунок. 21: Обработка наружной поверхности

Определим среднее значение звена D_{21} :

$$D_{21}^c = D_{21} + \frac{HOD_{21} + BOD_{21}}{2} = 28 + \frac{0 + (-0,021)}{2} = 27,99 \text{ мм.}$$

$$D_{34\phi} = K_{D2} = 28_{-0,021} ;$$

Расчет технологических диаметральных размеров при обработке отверстия $\varnothing 16^{+0,018}$ мм. Начинаем расчет с рассмотрения цепи $D_{25}, z_{D25}, D_{24}, z_{D24}, D_{23}, z_{D23}, D_{04}$. В этой цепи известно: составляющее звено D_{25} ($D_{25} = K_{D4} = 16^{+0,018}$) и минимальное значение припусков $z_{D23} = 0,88$ мм, $z_{D24} = 0,46$ мм, $z_{D25} = 0,01$ мм

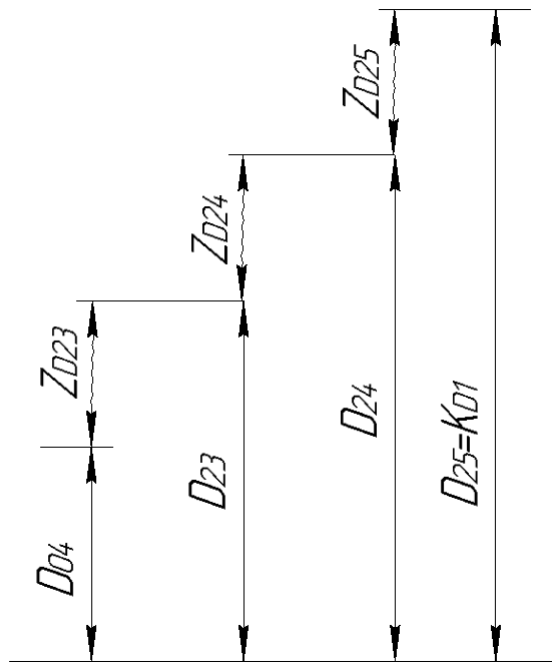


Рисунок. 6: Размерная схема обработки отверстия

Решение:

1) Определим среднее значение D_{25} :

$$D_{25}^c = D_{25} + \frac{HOD_{25} + BOD_{25}}{2} = 16 + \frac{0 + 0,018}{2} = 16,009 \text{ мм.}$$

$$D_{25\phi} = 16^{+0,018};$$

2) Находим среднее значение z_{25} :

$$z_{D25}^c = z_{D33 \min} + \frac{TD_{25} + TD_{24}}{2} = 0,01 + \frac{0,018 + 0,12}{2} = 0,08 \text{ мм.}$$

3) Определим среднее значение звена D_{24} :

$$D_{24}^c = D_{25}^c - z_{D25}^c = 16,009 - 0,08 = 15,929 \text{ мм.}$$

$$D_{24} = 15,929 \pm 0,06 \text{ мм.} \quad D_{24\phi} = 15,87^{+0,12}$$

4) Определим фактическое значение припуска z_{D25} :

$$z_{D25\phi} = D_{25\phi} - D_{24\phi} = 16^{+0,018} - 15,87^{+0,12} = 0,13_{-0,12}^{+0,018} \text{ мм.}$$

5) Находим среднее значение z_{24} :

$$z_{D25}^c = z_{D33 \min} + \frac{TD_{24} + TD_{23}}{2} = 0,46 + \frac{0,012 + 0,12}{2} = 0,58 \text{ мм.}$$

6) Определим среднее значение звена D_{23} :

$$D_{23}^c = D_{24}^c - z_{D24}^c = 15,929 - 0,58 = 15,35 \text{ мм.}$$

$$D_{24} = 15,35 \pm 0,06 \text{ мм.} \quad D_{24\phi} = 15,29^{+0,12}$$

7) Определим фактическое значение припуска z_{D24} :

$$z_{D24\phi} = D_{24\phi} - D_{23\phi} = 15,87^{+0,12} - 15,29^{+0,12} = 0,58_{-0,12}^{+0,12} \text{ мм.}$$

8) Находим среднее значение z_{23} :

$$z_{D23}^c = z_{D33 \min} + \frac{TD_{04} + TD_{23}}{2} = 0,88 + \frac{0,012 + 0,12}{2} = 1 \text{ мм.}$$

9) Определим среднее значение звена D_{04} :

$$D_{04}^c = D_{23}^c - z_{D23}^c = 15,35 - 1 = 14,35 \text{ мм.}$$

$$D_{04} = 14,35 \pm 0,06 \text{ мм.} \quad D_{04\phi} = 14,29^{+0,12}$$

10) Определим фактическое значение припуска z_{D24} :

$$z_{D23\phi} = D_{23\phi} - D_{04\phi} = 15,29^{+0,12} - 14,29^{+0,12} = 1_{-0,12}^{+0,12} \text{ мм.}$$

Учитывая, что для размеров отверстий, формируемых механической обработкой, в качестве номинального принято брать наименьший предельный размер, запишем: $D_{04\phi} = 14,29^{+0,12} \text{ мм.}$

Определение допусков на технологические осевые размеры

Допуски на осевые размеры могут быть приняты равными по следующей формуле:

$$TA_i = \omega_c + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6.$$

Определим допуски на осевые размеры, предварительно записав значения входящих слагаемых:

Таблица 3. Допуски на осевые размеры

	ω_c , мм	$\rho_{\text{и}}$, мм	ε_6 , мм	Σ , мм
TA_{01}	0,12	0,03	0,42	0,57
TA_{02}	0,12	—	0,42	0,54
TA_{03}	0,12	—	—	0,12
TA_{11}	0,12	—	—	0,12
TA_{12}	0,12	—	—	0,12
TA_{13}	0,12	—	—	0,12
TA_{14}	0,12	—	—	0,12
TA_{21}	0,12	—	—	0,12
TA_{22}	0,12	—	—	0,12
TA_{23}	0,12	—	—	0,12
TA_{24}	0,12	—	—	0,12
TA_{25}	0,12	—	—	0,12
TA'_{22}	—	—	—	0,233

Определение минимальных припусков на обработку плоскости

Формула для определения минимального припуска на обработку плоскости имеет следующий вид:

$$z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} \quad (2),$$

где

Rz – шероховатость поверхности, мкм (Приложение 2 [1]);

h – величина дефектного слоя поверхности, мкм (Приложение 2 [1]);

ρ – точность геометрической формы, мкм (Приложение 3 [1]).

Необходимо определить следующие припуски: $z_{01}, z_{11}, z_{21}, z_{12}$

Запишем все величины из формулы (2) в таблицу 1 для всех вышеизложенных припусков.

Таблица 4. Параметры поверхности

	Rz , мкм	h , мкм	ρ , мкм	Σ , мкм
z_{01}	100	70	25	195
z_{11}	20	25	10	55
z_{12}	20	25	10	55
z_{21}	20	25	10	55
$z_{D22}/2$	20	25	60	75

Расчет продольных технологических размеров

Перед началом расчета технологических размеров необходимо проанализировать технологические размерные цепи, замыкающими звеньями которых являются непосредственно не выдерживаемые конструкторские размеры и проверить возможность их обеспечения с требуемой точностью.

Для размерной цепи №1:

$$TK_1 = 0,74 \geq 0,12 = TA_{21};$$

Приравняем $TK_1 = TA_{21}$ для большей точности.

Для размерной цепи №2:

$$TK_2 = 0,36 \geq 0,12 = TA_{22};$$

Для размерной цепи №3:

$$TK_3 = 0,62 \geq 0,12 = TA_{12};$$

Для размерной цепи №4:

$$TK_4 = 0,25 \geq 0,12 = TA_{24};$$

Для размерной цепи №5:

$$TK_5 = 0,25 \geq 0,12 = TA_{23};$$

Для размерной цепи №6:

$$TK_6 = 0,25 \geq 0,12 = TA_{25};$$

Для размерной цепи №7:

$$TK_7 = 0,25 \geq 0,12 = TA_{14};$$

Для размерной цепи №8:

$$TK_8 = 0,25 \geq 0,12 = TA_{15};$$

Убеждаемся, что спроектированный технологический процесс будет обеспечивать требуемую точность всех конструкторских размеров.

Рассмотрим двухзвенные цепи с конструкторскими размерами, а именно: №1- №8.

$$A_{21} = K_1 = 71_{-0,74};$$

$$A_{22} = K_2 = 8_{-0,36};$$

$$A_{12} = K_3 = 55_{-0,62};$$

$$A_{13} = K_8 = 1 \pm 0,125;$$

$$A_{14} = K_7 = 1 \pm 0,125;$$

$$A_{24} = K_4 = 1 \pm 0,125;$$

$$A_{23} = K_5 = 1 \pm 0,125;$$

$$A_{25} = K_6 = 1 \pm 0,125;$$

Перейдем к анализу двухзвенных цепей с припусками

№7

$$A_{01min} = z_{01min} = 0,195 \text{ мм};$$

$$A_{01max} = z_{01min} + TA_{01} = 0,195 + 0,57 = 0,765 \text{ мм};$$

$$A_{01}^c = \frac{A_{01min} + A_{01max}}{2} = \frac{0,195 + 0,765}{2} = 0,48 \text{ мм};$$

$$A_{01} = 0,48 \pm 0,285 \text{ мм}.$$

Рассмотрим цепь №7 и найдем размер A_{14} . Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{14}^c = K_7^c + A_{22}'^c;$$

Для начала необходимо определить z_{35}^c

$$\text{Размер } A_{22}'^c \text{ равен } Z_{D22}^c/2. \quad \frac{z_{D22}^c}{2} = \frac{0,63}{2} = 0,315$$

$$A_{14}^c = 1 + 0,315 = 1,315$$

Окончательно запишем $A_{14} = 1,315 \pm 0,06 \text{ мм}.$

Рассмотрим цепь №10 и найдем размер A_{11} . Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{11}^c = (A_{21}^c + Z_{21}^c);$$

$$A_{21}^c = 71 + \frac{0-0,74}{2} = 70,63$$

Для начала необходимо определить z_{36}^c

$$z_{21}^c = z_{21min} + \frac{TA_{11} + TA_{21}}{2} = 0,055 + \frac{0,12 \cdot 0,74}{2} = 0,485 \text{ мм};$$

$$A_{11}^c = 70,63 + 0,485 = 71,115$$

Окончательно запишем $A_{11} = 71,115 \pm 0,06 \text{ мм}$.

Рассмотрим цепь №11 и найдем размер A_{14} . Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{03}^c = z_{11}^c + A_{11}^c;$$

Для начала необходимо определить z_{11}^c

$$z_{11}^c = z_{11min} + \frac{TA_{11} + TA_{03}}{2} = 0,055 + \frac{0,12 + 0,12}{2} = 0,175 \text{ мм};$$

$$A_{03}^c = 0,175 + 71,115 = 71,29$$

Окончательно запишем $A_{03} = 71,29 \pm 0,06 \text{ мм}$.

Рассмотрим цепь №12 и найдем размер A_{02} . Среднее значение этого размера будет равно:

$$A_{02}^c = z_{11}^c + A_{12}^c - z_{12}^c;$$

Для начала необходимо определить z_{11}^c

$$z_{12}^c = z_{12min} + \frac{TA_{02} + TA_{12}}{2} = 0,055 + \frac{0,12 + 0,62}{2} = 0,425 \text{ мм};$$

$$A_{12}^c = 55 + \frac{0 - 0,64}{2} = 54,69$$

$$A_{02}^c = 0,175 + 54,69 - 0,425 = 54,44$$

Окончательно запишем $A_{02} = 54,69 \pm 0,06 \text{ мм}$.

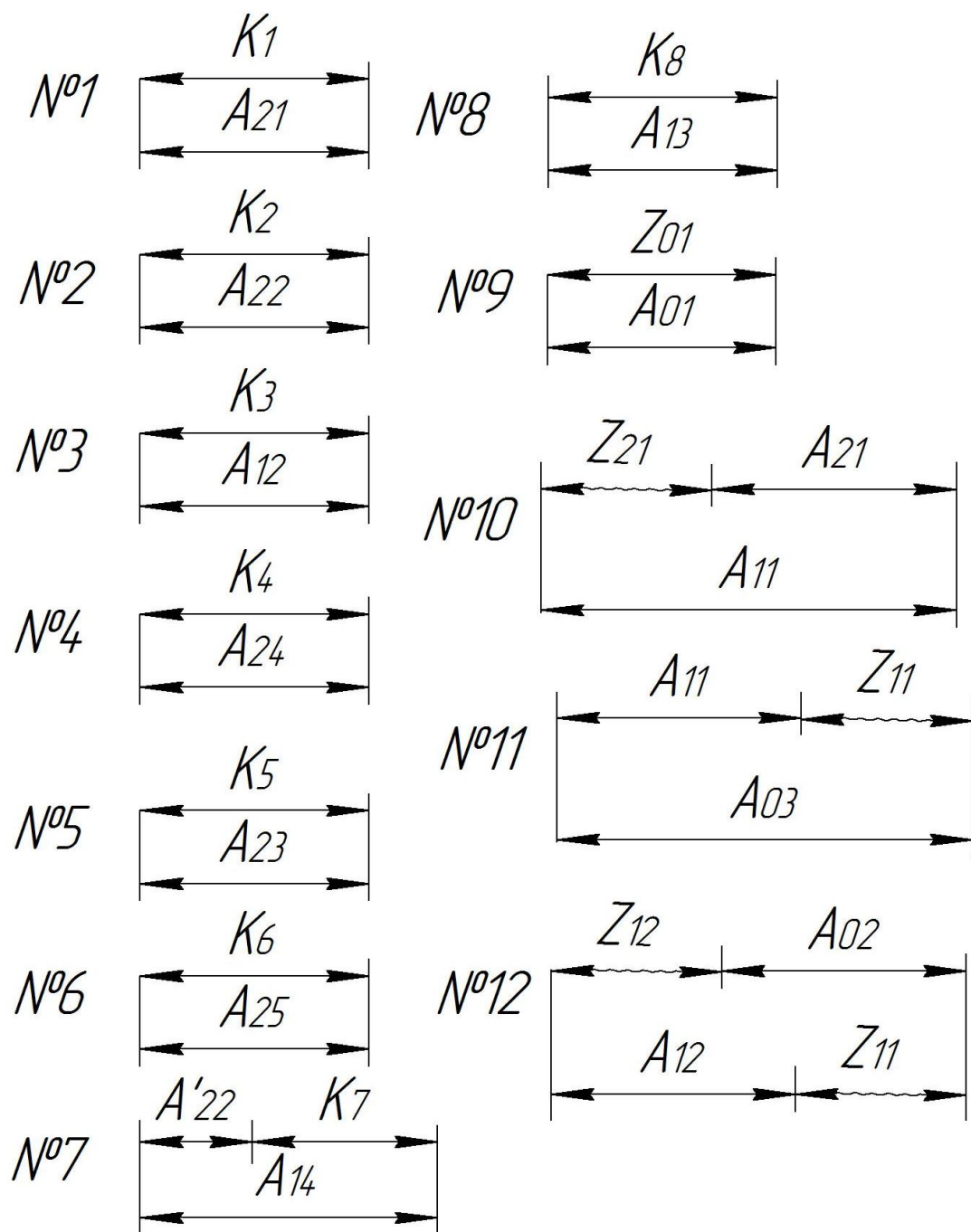


Рисунок. 22: Размерные цепи

Таблица 5. Номинальные значения размеров

Обозначение размера	технологического	Принятое номинальное значение и предельные отклонения технологического размера
	A_{01}	$0,48 \pm 0,255$
	A_{02}	$54,69 \pm 0,06$
	A_{03}	$71,29 \pm 0,06$
	A_{11}	$71,115 \pm 0,06$
	A_{12}	$55_{-0,62}$
	A_{13}	$1 \pm 0,125$
	A_{14}	$1 \pm 0,125$
	A_{21}	$71_{-0,74}$
	A_{22}	$8_{-0,36}$
	A_{23}	$1 \pm 0,125$
	A_{24}	$1 \pm 0,125$
	A_{25}	$1 \pm 0,125$

Выводы по разделу

В ходе проделанной работы были выполнены следующие пункты:

- произведены расчеты минимальных припусков на обработку поверхностей вращения и плоскости.

- определены допуски на диаметральные и осевые технологические размеры.
- составлен технический маршрут.
- построены размерная схема и граф-дерево.
- рассчитаны диаметральные и осевые технологические размеры.

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Тема ВКР:

Виброзащита технологического оборудования при кинематических воздействиях

Студенту:

Группа	ФИО
8Л15Б	Тараканов Михаил Сергеевич

Школа	ИШНПТ	Отделение школы(НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Материально-технические ресурсы: установка для снижения вибраций (82 890руб.); персональный компьютер (30 000руб.); энергетические ресурсы: электрическая энергия (2,39р/КВт).
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	30% премии; 20% надбавки; 13,5% дополнительная заработная плата; 16% накладные расходы; 1,3 районный коэффициент.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)	1. Анализ конкурентных технических решений
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР	2. Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта
3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР	3. Определение затрат на проектирование
4. Составление бюджета инженерного проекта (ИП)	4. Определение затрат по основной и дополнительной заработной плате, отчисления во внебюджетные фонды и накладные расходы
5. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков	5. Распределение ответственности на каждого участника проектной команды за выполнение отдельных этапов и задач проекта. Определение возможных рисков в проекте, составление матрицы рисков

Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):

1. Дерево целей проекта
2. SWOT анализ
3. Многоугольник конкурентоспособности
4. График Ганта
5. Матрица рисков
6. Матрица ответственности

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШБИП.	Скаковская Н.В.	к.ф.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л5Б	Тараканов Михаил Сергеевич		

Разработка концепции проекта

1. Сформировать концепцию проекта
Результат этапа 1 представлен в таблице 1.

Таблица 6. Концепция проекта

Наименование	Описание
Название проекта	Установка для защиты технологических объектов от вибрации
Описание проекта	Устройство для снижения ударно-вибрационных нагрузок технологического оборудования при кинематических воздействиях
Актуальность проекта	Повышение виброустойчивости станков для улучшения качества обрабатываемых поверхностей
Цель проекта	Исследование методов снижения вибрационного воздействия
Состав проектной группы	Тараканов М.С.

2. Построить дерево целей проекта
Результат этапа 2 представлен на рисунке 1.

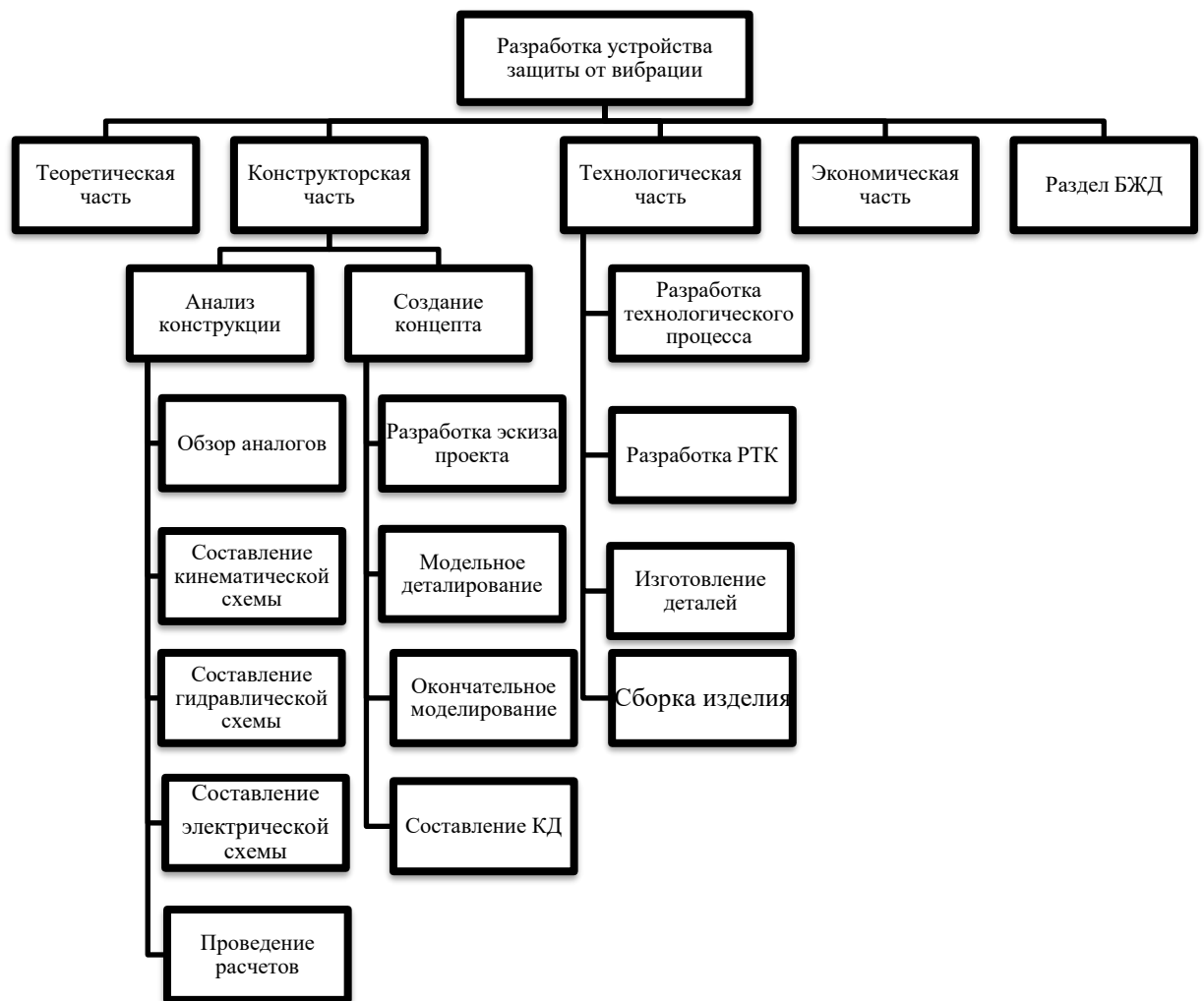


Рисунок 23. Дерево целей проекта

3. Выполнить **SWOT-анализ проекта**

Результат этапа 3 представлен в таблице 2.

Таблица 7. SWOT-анализ проекта

Внешние факторы	Внутренние факторы		
		Сильные стороны проекта: 1.Актуальность направления 2.Простота в обслуживании	Слабые стороны проекта: 1. Большие габариты 2. Сложность изготовления некоторых комплектующих деталей 3. Отсутствие мобильности
	Возможности: 1. Быстрота получения результата 2. Долговечность службы	Повышение точности металлорежущей обработки	Трудоемкость изготовления некоторых комплектующих деталей
	Угрозы: 1.Малый спрос 2.Узкоспециализированное направление	Высокая конкуренция нивелируется сильными сторонами проекта	Ввиду присутствия на рынке аналогов и трудозатратности проекта может наблюдаться низкий спрос

Оценка конкурентоспособности экспертным методом

Методика оценки конкурентоспособности:

- ✓ Определить критерии конкурентоспособности, по которым будет производиться оценка
- ✓ Составить оценочную таблицу «Оценка конкурентоспособности» (таблица 3)
- ✓ Определить оценочную шкалу факторов конкурентоспособности (1-10-бальная шкала)
- ✓ Прописать по какому признаку будет присваиваться тот или иной балл
- ✓ Определить оценочную шкалу важности фактора (1-5-бальная шкала)
- ✓ Прописать по какому признаку будет присваиваться тот или иной балл
- ✓ Расставить баллы по всем факторам и по важности факторов
- ✓ Рассчитать весовой коэффициент по каждому фактору
- ✓ Умножить полученные весовые коэффициенты на оценку эксперта (от 1 до 10) и сумма полученных значений даст итоговую оценку эксперта
- ✓ По результатам расчетов сделать выводы и построить многоугольник конкурентоспособности (рисунок 2)

Таблица 8. Оценка конкурентоспособности

№ п/ п	Товары конкуренты	Факторы конкурентоспособности товаров						Итоговая оценка
		Цена	Габарит ы	Дизай н	Обслу- живание	Эффектив ность	Макс. нагрузк а	
1	ООО «ВиброЛаб»	5/ 0,8	8/ 1,6	8/0,64	5/ 0,8	6/ 1,2	4/ 0,64	5,68
2	ООО «Vibrona»	8/1,28	6/1,2	6/ 0,48	8/1,28	7/1,4	6/ 0,96	6,6
3	Проект	9/ 1,44	6/ 1,2	6/ 0,48	9/1,44	10/ 2	9/1,44	8
	b_j	4	5	2	4	5	4	24
	w_j	0,16	0,2	0,08	0,16	0,2	0,16	1

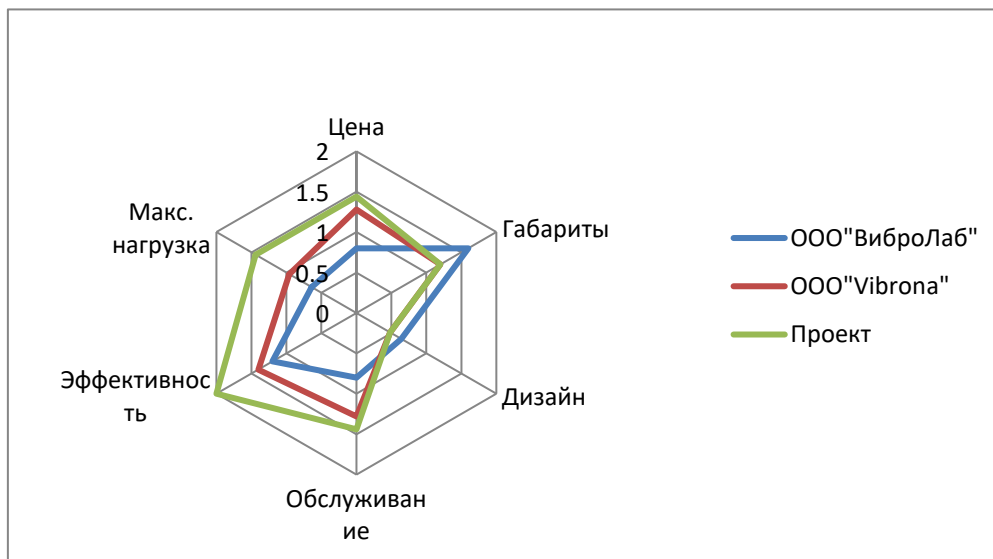


Рисунок 24. Многоугольник конкурентоспособности

В ходе оценки конкурентоспособности проекта экспертным методом было выявлено, что проект уступает продукции некоторых конкурентов по техническим характеристикам (дизайн, габариты), но при этом имеет свои преимущества перед ними (цена, обслуживание, макс. нагрузка, эффективность). Таким образом, проект имеет довольно высокие показатели для успешной конкуренции с другими производителями установок для защиты оборудования от вибрации.

Планирование проекта

1. На основании задания №1 (дерево целей проекта) составлена табличная модель, определены основные параметры каждой работы проекта: ее номер, наименование, продолжительность, требуемые ресурсы для ее выполнения. Результаты сведены в таблицу 4.

Таблица 9. Работы при реализации проекта

Номер	Наименование	Продолжительность (недели)	Ресурсы
1	Анализ конструкции	2	Инженер-конструктор
2	Обзор аналогов	1	Инженер-конструктор
3	Создание кинематической схемы	2	Механик
4	Создание электрической схемы	2	Электрик
5	Произведение расчётов	1	Аналитик
6	Создание концепта	4	Инженер-конструктор
7	Разработка эскиза	2	Инженер-конструктор
8	Модельное детализирование	3	Инженер-конструктор
9	Окончательное моделирование	3	Инженер-конструктор
10	Составление конструкторской документации	1	Инженер-конструктор
11	Разработка расчетно- технологической карты	4	Инженер-технолог
12	Изготовление деталей	2	Станочник
13	Сборка изделия	1	Сборочный цех

2. На основании составленной табличной модели построен график Ганта (таблица 9).

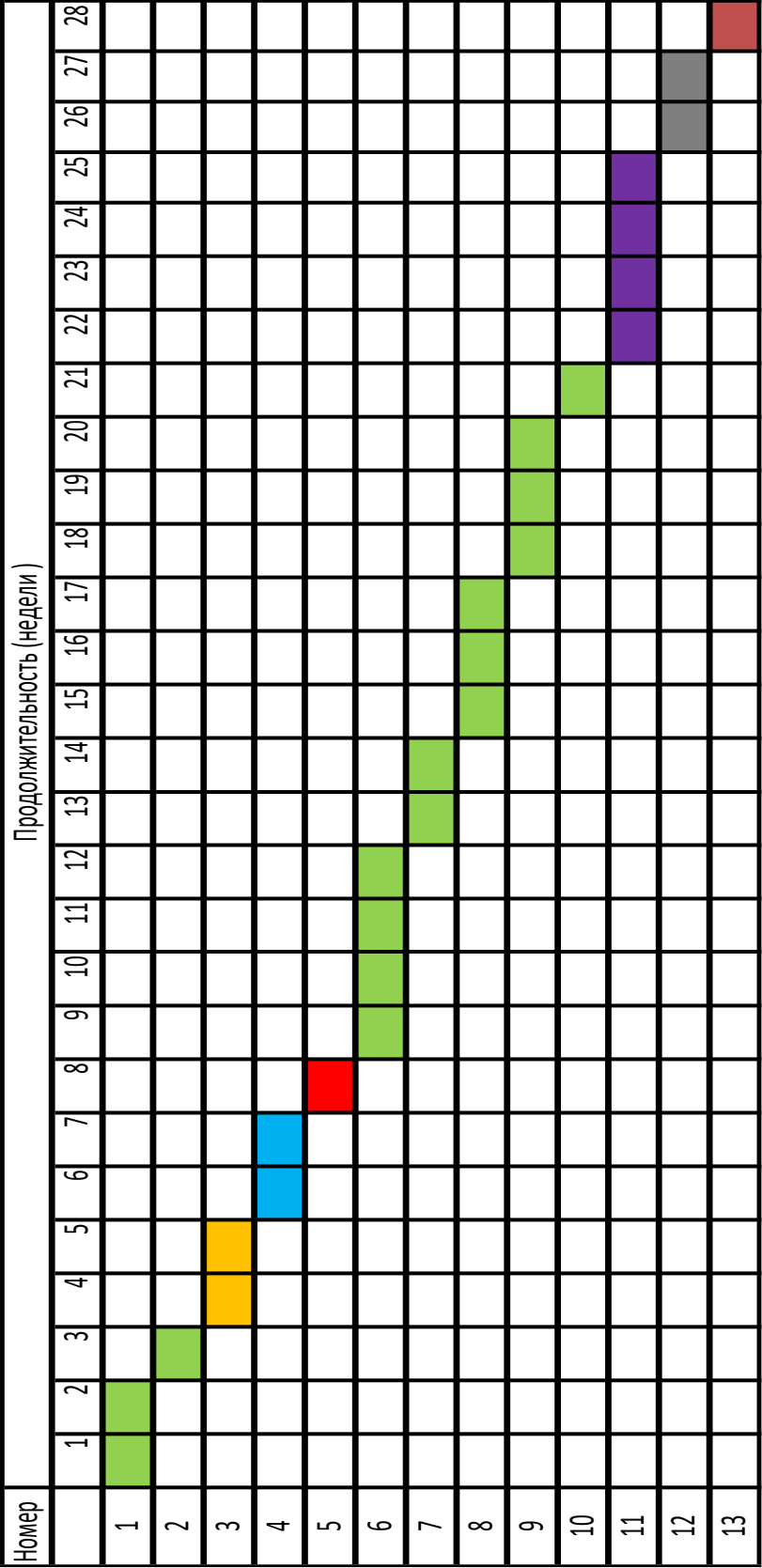


Рисунок 25. График Ганта

Инженер-конструктор	
Механик	
Электрик	
Аналитик	
Инженер-технолог	
Станочник	
Сборочный цех	

Рисунок 26. Исполнители

Расчет затрат на проект

При планировании бюджета проекта необходимо учесть все виды расходов, которые связаны с его выполнением. Для формирования бюджета проекта используется следующая группа затрат

- материальные затраты проекта;
- основная заработная плата исполнителей проекта;
- дополнительная заработная плата исполнителей проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

Расчет материальных затрат проекта

К материальным затратам относятся: приобретаемые со стороны сырье и материалы, сортовой прокат, стандартные изделия и т.п.

Таблица 10. Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., <i>руб.</i>	Затраты на материалы, <i>руб.</i>
Электродвигатель 2.2кВт	шт.	1	17500	17500
Гидроаккумулятор	шт.	1	2000	2000
Насос ручной гидравлический	шт.	2	2990	5980
Гидронасос аксиально поршневой	шт.	1	13500	13500
Бак металлический 300л.	шт.	1	2000	2000
Манометр	шт.	3	2100	6300
Масло «ВМГЗ»	литр	300	17	5100
Пластина железная	м ²	1	3300	3300
Вибропреобразователь «АР2037-100»	шт.	1	34200	34200
Чугун	кг	80	7	560
Рукав высокого давления	шт.	15	131	1965
Штуцер для РВД	шт.	20	41	820
Тройник для РВД	шт.	10	52	520
Итого, <i>руб.</i>				93745

Основная заработная плата исполнителей проекта

Расчет включает в себя основную заработную плату $Z_{\text{осн}}$ и дополнительную заработную плату $Z_{\text{доп}}$

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}$$

Дополнительная заработная плата составляет 12-20% от $Z_{\text{осн}}$.

Основная заработная плата работника

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где T_p – продолжительность работ, выполняемых исполнителем проекта, *раб. дн.* (табл. 5);

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, *руб.*

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, *руб.*;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года

при отпуске в 28 раб.дней $M=11$ месяцев, 5 – дневная неделя;

при отпуске в 56 раб.дней $M=10$ месяцев, 6 – дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, *раб. дн.*.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_d) \cdot k_p,$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, *руб.*;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок, принимаем 0,2;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Дополнительная заработная плата

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}},$$

где $\kappa_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,135).

Расчет заработной платы конструктора (пятидневная рабочая неделя)

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + \kappa_{\text{пр}} + \kappa_{\text{д}}) \cdot \kappa_{\text{р}} = 23000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 48850 \text{руб.};$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot \text{М}}{F_{\text{д}}} = \frac{48850 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 2442,5 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 2442,5 \cdot 33 = 80602,5 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{доп}} = \kappa_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 80602,5 = 10880 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы технолога (пятидневная рабочая неделя)

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + \kappa_{\text{пр}} + \kappa_{\text{д}}) \cdot \kappa_{\text{р}} = 25000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 48750 \text{руб.};$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot \text{М}}{F_{\text{д}}} = \frac{48750 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 2437,5 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 2437,5 \cdot 32 = 78000 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{доп}} = \kappa_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 78000 = 10530 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы менеджера (пятидневная рабочая неделя)

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + \kappa_{\text{пр}} + \kappa_{\text{д}}) \cdot \kappa_{\text{р}} = 21000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 40950 \text{руб.};$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot \text{М}}{F_{\text{д}}} = \frac{40950 \cdot 11}{365 - 117 - 28} = 2047,5 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 2047,5 \cdot 6 = 12285 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{доп}} = \kappa_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 12285 = 1658,5 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы рабочего (шестидневная рабочая неделя)

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} \cdot (1 + \kappa_{\text{пр}} + \kappa_{\text{д}}) \cdot \kappa_{\text{р}} = 14000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 27300 \text{руб.};$$

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot \text{М}}{F_{\text{д}}} = \frac{27300 \cdot 10}{365 - 117 - 56} = 1421,9 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1421,9 \cdot 32 = 45500 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{доп}} = \kappa_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}} = 0,135 \cdot 45500 = 6142,5 \text{ руб.}$$

Таблица 11. Расчет заработной платы работников

Исполнитель в проекте	$Z_{тс}, руб.$	$K_{пр}$	K_d	K_p	$Z_m, руб.$	$Z_{дн}, руб.$	$T_{р, раб. дн}$	$Z_{осн}, руб.$	K_d	$Z_{доп}, руб.$	Итого, руб.
Конструктор	23000	0,3	0,2	1,3	48850	2442	33	80602	0,135	10880	91482
Технолог	25000				48750	2437,5	32	78000		10530	88530
Менеджер	21000				40950	2047,5	6	12285		1658,5	13943,5
Рабочий	18000				27300	1421,9	32	45500		6142,5	51642,5

Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя установленные законодательством РФ нормы органов государственного социального страхования (ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и медицинское страхование (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212 – ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

В таблице 14 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей проекта.

Таблица 12. Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Конструктор	80602	10880
Технолог	78000	10530
Менеджер	12285	1658,5
Рабочий	45500	6142,5
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Итого		
Конструктор	27444	
Технолог	26559	
Менеджер	4183,05	
Рабочий	15492,75	

Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернета и т.д.

Накладные расходы

$$З_{\text{нак}} = (\text{сумма статей } 1 \div 4) \cdot K_{\text{нр}},$$

где $K_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16%

$$З_{\text{нак}} = (З_{\text{м}} + З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}} + З_{\text{внеб}}) \cdot 0,16$$

$$З_{\text{нак}} = (93745 + 216387 + 29210 + 73678) \cdot 0,16 = 66083 \text{ руб.}$$

Формирование затрат на проект

Определение бюджета на проект приведено в таблице 13.

Таблица 13. Бюджет затрат на проектирование закалочной установки

Наименование	Сумма, руб.	В % к итогу
Материальные затраты проекта	93745	19,6
Затраты по основной зарплате	216387	45,16
Затраты по дополнительной зарплате	29210	6,1
Отчисления во внебюджетные фонды	73678	15,34
Накладные расходы	66083	13,8
Бюджет затрат на проектирование	479103	100

Бюджет всех затрат проекта равен 479103 *рубля*. Наибольший процент бюджета составляет затраты по основной зарплате(45,16 %).

Вывод по разделу:

В результате выполнения данного раздела проведен анализ конкурентоспособности и SWOT-анализ проекта, которые выявили его сильные и слабые стороны.

Произведено планирование проекта и построен график Ганта; по итогам был установлен предполагаемый срок выполнения проекта – 28 недель дня.

Бюджет затрат на реализацию проекта составил 479103 рубля.

Показатель ресурсоэффективности по пятибальной шкале $I_p = 4,45$, что говорит об эффективной реализации проекта.

На основании полученных результатов выявлено, что реализация данного проекта является экономически целесообразной.

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Л5Б	Тараканову Михаилу Сергеевичу

Школа		Отделение (НОЦ)	
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Виброзащита технологического оборудования при кинематических воздействиях.	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения.	Установка для исследования вибрационных нагрузок на испытываемые объекты.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ ГОСТ 12.1.012-2004 ГОСТ 12.1.006-84

<p>трудового законодательства;</p> <p>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>	<p>ГОСТ 12.1.012-90</p> <p>ГОСТ 12.1.029-80</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81</p> <p>ГОСТ 12.1.019-2017</p> <p>ГОСТ 17.1.3.06-82.</p> <p>ГОСТ 17.1.3.13-86</p> <p>ГОСТ 12.0.003-2015</p> <p>ГОСТ 12.2.049-80</p> <p>ГОСТ 12.2.003-91</p> <p>ГОСТ 12.2.062-81</p> <p>ГОСТ 12.1.003-2014</p> <p>ГОСТ Р 54564-2011</p> <p>ГОСТ Р 22.0.02-2016</p> <p>ГОСТ Р 22.0.01-2016</p> <p>СН 2.2.4/2.1.8.566–96.</p> <p>СП 52.13330.2016</p>
<p>2. Производственная безопасность:</p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Уровень шума</p> <p>Уровень вибрации</p> <p>Подвижные части оборудования</p> <p>Термический ожог</p> <p>Электрический ток</p>
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>Утилизация оборудования</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных</p>	<p>Пожар</p>

ситуациях:	
-------------------	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	22.03.2019
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоевко Е.В.	к.т.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Л5Б	Тараканов Михаил Сергеевич		

Введение:

В данном разделе рассматриваются вредные и опасные факторы, которые влияют на человека и окружающей среды в процессе производства и эксплуатации. Так же рассматриваются мероприятия по предотвращению и устранению несчастных случаев и чрезвычайных ситуаций, а так же рассматриваются способы снижения вредных воздействий на окружающую среду и человека.

Инженерные разработки должны учитывать требования законодательных и правовых актов, технических регламентов в области безопасности производства, охраны труда и защиты окружающей среды.

В данной работе представлено устройство для защиты технологического оборудования от вибрационных воздействий. При изготовлении и сборке конструкции, сталкиваемся со множеством опасных работ, с риском получения вреда здоровью человека. Для изготовления и сборки установки необходимо изготовить одни детали на фрезерном или строгальном станке, выточить другие на токарном станке, сварить необходимые узлы и произвести сборку установки.

Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности необходимо соблюдение нормативов и правил ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить.

Общие требования к безопасности производственного процесса приводятся в следующий стандартах и нормативах:

ГОСТ 12.1.003-83 «Система безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности» - нормативный документ, устанавливающий допустимый уровень шума на рабочих местах производственных помещений.

ГОСТ 12.1.012-2004 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования» нормативный документ, устанавливающий допустимый уровень вибраций производственных помещений.

ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности» - нормативный документ, определяющий общие требования, предъявляемые к безопасности производственного оборудования.

ГОСТ 12.2.062-81 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

Оборудование производственное. Ограждения защитные» - нормативный документ, определяющий общие требования, предъявляемые к безопасности производственного оборудования.

ГОСТ Р 22.0.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий» - нормативный документ, устанавливающий нормы безопасности при чрезвычайных ситуациях.

Производственная безопасность

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проведении исследований в лаборатории, при разработке или эксплуатации проектируемого оборудования.

Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды необходимо представить в виде таблицы.

Таблица 14. Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Повышенный уровень вибрации		+	+	ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная болезнь. Общие требования. ГОСТ 12.2.003-91 «Общие требования безопасности.» ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности.»
2. Превышение уровня шума		+	+	
3.Травмоопасное воздействие движущихся элементов конструкции	+	+	+	

4.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+	+	Актуализированная редакция СНиП 23-05-95* ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. ГОСТ 12.2.062-81 «Ограждения защитные.» [ссылки на литературу]
5.Воздействие сварочных работ		+		

Анализ выявленных вредных факторов производственной среды

При проектировании установки для снижения вибрационных нагрузок, уделяется главное внимание не только созданию оптимальных условий труда, но и так же учитываются факторы вредных воздействий химических, биологических, физических и других факторов.

Повышенный уровень шума на рабочем месте

Источником шума в цехе является работающее оборудование. Так как в данной установке присутствуют изготавливаемые детали, данный фактор учитывается обязательно. Шум неблагоприятно сказывается на состоянии работника, что в свою очередь приводит к быстрой утомляемости. Повышенный шум является общебиологическим раздражителем, что обуславливает нарушение ЦНС, сопровождающееся снижением слуха. Впоследствии продолжительного влияния шума падает производительность физического труда на 10%, умственного – более чем на 40%.

По ГОСТ 12.1.003-83 предельно допустимый уровень шума в цехе не более 80 дБ (широкополосный шум). Данной работе источниками шума являются: лазерный станок, токарный станок. Общий уровень шума измеряется в пределах 65 дБ. Данный показатель уровня шума соответствует допустимому.

Согласно ГОСТ 12.1.003-83 при разработке технологических процессов, проектировании, изготовлении и эксплуатации машин, производственных зданий и сооружений, а также при организации рабочих мест следует принимать все необходимые меры по снижению шума, воздействующего на человека, до значений, не превышающих допустимые.

Методы и средства коллективной защиты в зависимости от способа реализации подразделяются на строительно-акустические, архитектурно-планировочные и организационно - технические и включают в себя:

- изменение направленности излучения шума;
- рациональную планировку предприятий и производственных помещений;
- акустическую обработку помещений;
- применение звукоизоляции.

Повышенный уровень вибрации

Источником вибрации является все оборудование, работающее в цехе. В данной установке источником вибрации являются станки: фрезерный станок, токарный станок, используемые при изготовлении комплектующих а так же сама установка.

Вибрация бывает как локальной, действующей на определенный участок тела, так и общей, действующей на все тело человека. Негативный эффект от повышенного уровня вибрации проявляется постепенно и при длительном действии не замечается работником.

Локальная вибрация, предположительно приложенная к рукам, вызывает вибрационную болезнь со спазмами сосудов, кровоснабжение кистей рук, пальцев, предплечья и сосудов сердца ухудшается. Также в результате действия таких вибраций страдают суставы.

При длительном воздействии общей вибрации возможны механические повреждения тканей, органов и различных систем организма особенно при возникновении резонанса.

Согласно ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность», амплитуда вибрации в помещении не должна превышать $0,0072 \cdot 10^{-3}$ м при частотах от 31,5 Гц до 63 Гц. Станки работают в диапазонах близких к 60 Гц. Установка работает в пределе до 32 Гц. Следовательно, вибрация не будет пагубно сказываться на рабочих.

В работе применяются коллективные методы защиты оператора от действия уровня вибрации на организм человека.

- рациональное размещение специального оборудования устройства;
- оптимальные режимы работы установки.

Для уменьшения вибрации необходимо своевременно проводить ремонт оборудования, производить смазывание трущихся поверхностей. Колебания конструкции уменьшаются. Индивидуальные средства защиты: обувь с амортизирующими подошвами, рукавицы и перчатки с мягкими наладонниками.

Подвижные части производственного оборудования и установки

Подвижные части станков в особенности токарного, а так же фрезерного являются прямыми источниками опасности и должны быть ограждены. Использование оборудования не по назначению, а так же пренебрежение техникой безопасности влечет собой серьезные травмы, а так же опасность для жизни рабочих и операторов станков.

Оборудование должно иметь защиту от случайного включения, обеспечивать безопасность рабочих. Требования по безопасности оборудования согласно ГОСТ 12.2.003-91.

Оборудование должно укомплектовываться нормативно-технической документацией. При эксплуатации необходимо соблюдать требования безопасности в течении всего срока службы. Рабочие станков, а так же оператор должны быть ознакомлены с техникой безопасности работы на станках с целью сохранения своего здоровья и здоровья окружающих.

При сборке установки безопасность рабочих обеспечивается:

- выбором изделий и материалов для изготовления конструкций и сборки;
- выбором технологических процессов при изготовлении тех или иных деталей;
- выполнением эргономических требований;
- возможностью использовать любые необходимые средства защиты;

Опасность получения термического ожога

Так как в данной установке имеются свариваемые узлы, необходимо учитывать факт наличия термического ожога. Следствием не соблюдения техники безопасности является возможность получения серьезных травм. Следствием сильного термического ожога может быть летальный исход. Требования по безопасности согласно ГОСТ 12.2.003-91.

Для обеспечения безопасности необходимо использовать жаропрочные рукавицы или краги, а так же жаропрочный фартук и шлем сварочный.

Опасность получения удара током

Так как электродвигатель работает от электричества электробезопасность одна из приоритетных задач. При несоблюдении техники безопасности оператором при работе на установке, а так же рабочим при монтаже возможно получение удара электрическим током. Удар током может привести к летальному исходу.

Поражение электрическим током возникает при соприкосновении с электрической цепью, в которой присутствуют источники напряжения или источники тока, способные вызвать протекание тока по попавшей под напряжение части тела.

Требования по безопасности оборудования согласно ГОСТ 12.2.062-81. Во время штатного режима работы, вероятность получения удара электрическим током очень мала, однако исключать чрезвычайные ситуации нельзя.

Мероприятия обеспечивающие электробезопасность:

- произвести установку защитного заземления

- произвести изолирование токоведущих частей, исключающее возможность случайного прикосновения к ним;
- производить технический осмотр оборудования;
- проведение инструктажа

Защита окружающей среды

Защита окружающей среды в нашем мире является весьма приоритетной задачей. Количество отходов бытовых, выбросов предприятий на сегодня составляет колоссальный объем, в связи с этим уровень загрязнения во многих районах весьма завышен. Для того что бы снизить уровень загрязнения необходимо отказаться от старых методов производства в пользу безотходного производства.

В данной установке для снижения вибрационных нагрузок больше половины деталей изготовлены из металла черного или цветного. Черные и цветные металлы при грамотной очистке и переплавке приобретают свойства первичного сырья, поэтому успешно используются в промышленности. В результате получается качественный металлопрокат, из него строят автомобили, корабли, поезда, дома, точные приборы и станки.

Преимущества переработки лома:

- сохранение природной руды;
- экономия энергетических ресурсов;
- уменьшение загрязнения окружающей среды;
- ускорение производства металлопроката.

В отличие от пластика и другого вторсырья, металл можно перерабатывать бесчисленное количество раз, и он не потеряет своих свойств. Самый большой спрос на заготовки из металлического вторсырья в производстве стальной тары и проволоки. Далее, по убыванию идут отрасли изготовления стальных металлоконструкций, строительство и машиностроение.

Переработка цветного лома – более сложный процесс. К этому виду сырья относят батареи с высоким содержанием свинца, драгоценные металлы, продукция с ртутью. Сложность заключается в том, что предприятию нужно

отделить металл от бытовых приборов и пустить его в дальнейшую переработку. Все условия регламентируются в ГОСТ Р 54564-2011.

Отдельного внимания достойно машинное масло использующееся в установке. Технических масел, по сравнению с другими органическими веществами, расходуется гораздо меньше, однако негативного влияния связанных с ними отходов на природу не следует преуменьшать, так как это наиболее распространенный источник техногенного загрязнения.

Существуют стандарты по условиям и рабочим срокам эксплуатации, которые устанавливают допустимые критерии вязкости, загрязненности металлической стружкой и иными инородными примесями. Если они превышены, масло считается непригодным, становится бесполезным и должно быть собрано и утилизировано, а затем использовано вновь, желательно многократно

Самым распространенным признается последний из перечисленных методов – термического крекинга (от англ. to crack – «расщеплять»). В ходе этого процесса бывшее в употреблении масло восстановить невозможно, зато его удастся преобразовать в горючее, по свойствам сходное с соляровым маслом. Оно идет на обогрев населения и иные бытовые нужды.

Так как у в установке имеется электродвигатель, при необходимости его тоже необходимо утилизировать. Электродвигатели являются сложно-разборным ломом, который состоит в основном из лома черных металлов 90% и небольшого количества меди. Также невозможно быстро и рентабельно разобрать электродвигатель без использования режущих инструментов. При каждом резе металла создаются “естественные” потери.) и содержания изоляционных материалов. Регламенты переработки указаны в ГОСТ Р 54564-2011.

Защита в чрезвычайных ситуациях.

В данном подразделе проводится краткий анализ возможных чрезвычайных ситуаций (ЧС), которые могут возникнуть при разработке, производстве или эксплуатации установки для снижения вибрационных нагрузок. Высока вероятность ЧС для данных работ - пожар.

Само устройство практически исключает возможность инициирования ЧС. Однако не стоит исключать возможность наличия ошибок или недоработок в проектировании окружающих сооружений и механизмов, что в свою очередь может инициировать возникновение ЧС, связанных с пожароопасностью

горючих строительных материалов. Так как на рабочем месте имеется электрическая проводка под напряжением, питающая оборудование. Так же источником пожара может быть нагретое оборудование. Несоблюдение техники безопасности чревато возникновением пожара.

Для исключения возможности возникновения пожара, рекомендуется проводить следующие организационные мероприятия:

- Проведение противопожарного инструктажа с персоналом;
- Обучение техники безопасности при работе с оборудованием;
- Размещение инструкций по предотвращению и борьбе с пожаром;
- Обеспечение свободного прохода;
- Содержание оборудования в исправном состоянии;
- Оснащение помещения средствами пожаротушения(огнетушители, песок, вода и т.п.) в соответствии с планом;

Выводы по разделу:

В результате выполнения работ по данному разделу можно достичь необходимого уровня безопасности для выполнения требований законодательства в сфере социальных, правовых и экологических вопросов, а также вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.(дополнить)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

В современном машиностроительном большое внимание уделяется виброустойчивости. Это обусловлено тем, что достижение высокой точности связано со значительными трудностями, вызванными неблагоприятным вибрационным воздействием внешних источников колебаний. По этой причине разработка средств и способов виброзащиты является одной из важнейших научно-технических задач в различных сферах производства.

В результате проделанной работы была составлена классификация современных методов виброзащиты технологического оборудования, также была разработана схема и расчетная модель для устройства по снижению вибрационных нагрузок при кинематических возбуждениях и составлен алгоритм расчета для оптимизации параметров устройства виброзащиты.

В ходе работы, был произведен эксперимент, по результатам которого были получены данные для оптимизации параметров виброзащитного устройства выполненного на базе рукавов высокого давления.

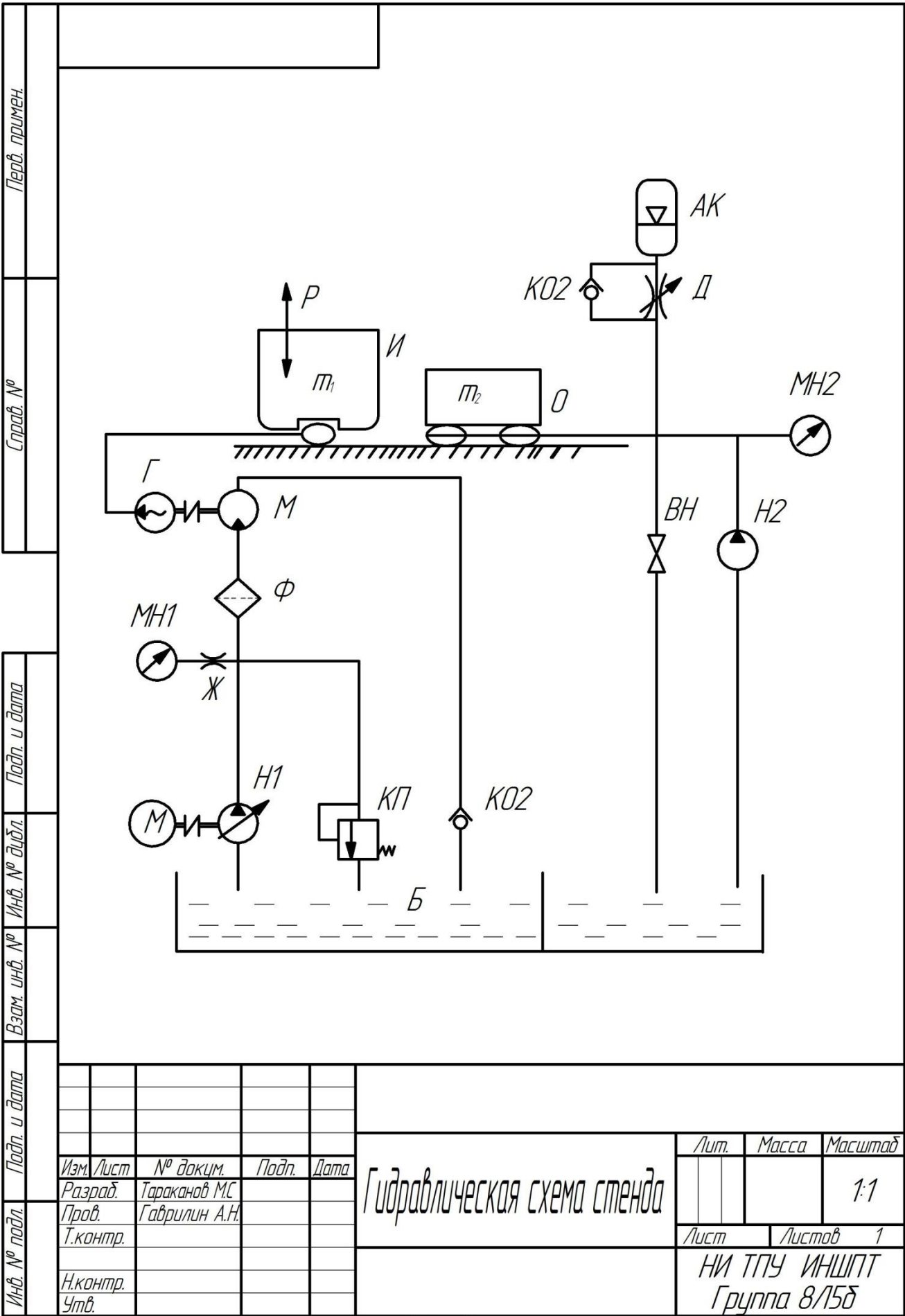
ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Челомей В.Н. Вибрация в технике. Том 6; Защита от вибрации и ударов :справочник. – Москва «Машиностроение» , 1981. – 456 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроительного производства:учебное пособие. – Москва: ИНФА-М , 2016. – 330 с.
3. Регистр интеллектуальной промышленной собственности; Резиновый виброизолятор для технологического оборудования. [Электронный ресурс].– режим доступа: <http://bd.patent.su/2305000-2305999/pat/servlet/servlet5da0.html>, вход свободный.– (Дата обращения 01.04.2019).
4. ОАО «Вента» , Нижнетуринский машиностроительный завод. [Электронный ресурс].– режим доступа: <http://venta-nt.ru/catalog/ventilyaciya/vibroizolyatoryi> вход свободный.– (Дата обращения 01.04.2019).
5. ГОСТ 12.1.012-90 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс].– режим доступа:<http://docs.cntd.ru/document/5200329>, вход свободный. – (Дата обращения 02.04.2019).
6. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.[Электронный ресурс].– режим доступа:<http://docs.cntd.ru/document/1200118606>, вход свободный.– (Дата обращения 02.04.2019).
7. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.[Электронный ресурс].–режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456054197>, вход свободный. – (Дата обращения 07.04.2019).
8. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.[Электронный ресурс].– режим

доступа:<http://docs.cntd.ru/document/901704046>, вход свободный. – (Дата обращения 11.04.2019).

9. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.[Электронный ресурс].– режим доступа:<http://docs.cntd.ru/document/1200161238>, вход свободный. – (Дата обращения 12.04.2019).

10. Видяев И.Г. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебное пособие /И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова. – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – 36 с.



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

